

Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik

Wissenschaftlich fundierte Entwicklung eines webbasierten
Lernmoduls zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der
Schule

Masterarbeit zur Erlangung des Akademischen Grades

„Master of Arts (M.A.)“

im nicht-konsekutiven Masterstudiengang Bildungswissenschaften
im Profil Fachdidaktik (Schwerpunkt Naturwissenschaften)

Wintersemester 2015/2016

an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg

Name: Tobias Stefan Gehrig

Adresse: Fahrtgasse 17/2, 69117 Heidelberg

E-Mail: gehrigt@ph-heidelberg.de

Telefon: 06221/7298109

Erstgutachter: Prof. Dr. Alexander Siegmund

Zweitgutachter: Dr. Raimund Ditter

Danksagung

Ich möchte auf diesem Weg einigen Menschen danken, die maßgeblich dazu beigetragen haben, dass diese Masterarbeit verfasst werden konnte. Großer Dank geht an meine Gutachter Prof. Dr. Alexander Siegmund und Dr. Raimund Ditter, die mir während des gesamten Studiums mit Rat und Tat zur Seite standen. Herrn Prof. Dr. Siegmund danke ich sehr für die letzten sechs Jahre, da er mir Einblicke in die Physische Geographie und die Tätigkeit als studentische und wissenschaftliche Hilfskraft ermöglichte. Dr. Raimund Ditter danke ich für das „Casting“ im dritten Semester. Er brachte mich in die Abteilung Geographie und überzeugte mich, wissenschaftlich weiterzudenken und das Masterstudium aufzunehmen. Ebenso verlor er nie den Blick für die Schulpraxis und das Wesentliche und schaffte es immer wieder, mich aufs Neue zu motivieren und für die Geographie und die Schule zu begeistern. Herrn Prof. Dr. Ulrich Michel gebührt großer Dank, da ich ohne seine Überzeugungskraft das Masterstudium wohl nie aufgenommen hätte. Für die Beratungen in den ersten beiden Mastersemestern danke ich sehr. Ich danke Dr. Nils Wolf, Vera Fuchsgruber (M.Sc.) und Guido Riembauer (M.Sc.) für die Einbindung in ihr Forschungsprojekt und die wissenschaftliche, sowie kollegiale Begleitung durch den Masterprozess. Danke für die hilfreichen Tipps zur Umsetzung des Lernmoduls und die tatkräftige Unterstützung in jeder Hinsicht. Ich danke Herrn Dipl.-Geoökol. Daniel Volz für seine Motivation, für seine Arbeit und für seine Wertschätzung an jedem einzelnen Tag. Ich danke Dr. Simone Naumann für die liebevolle Fürsorge bei meiner Tätigkeit in der GIS-Station und die tatkräftige Unterstützung, was die Verfügung von Räumlichkeiten zu jeder Tages- und Nachtzeit betrifft. Dr. Thomas Kisser danke ich für seine tatkräftige und herausragende Unterstützung bei der Konzeption der Leitfadeninterviews. Ebenso gebührt großer Dank für die Seelsorge und die Ausleihe von Fachliteratur. Ich danke Cagla Kart für das Testinterview. Marion Schütz und Marie-Luise Kohl gebührt an dieser Stelle sehr großer Dank, da ohne sie das Forschungsprojekt und die Masterarbeit wohl nicht hätten durchgeführt werden können. Sie haben sich für die Interviews bereit erklärt und kamen insgesamt zwei Mal mit ihren Klassen in die GIS-Station, um das Lernmodul zu testen und zu evaluieren. Ich danke meinem Mentor David Haß, M.A. aus der Schule, dass er mir zur Erstellung dieser Masterar-

beit so viel Freiräume im Referendariat einräumte und mich immer wieder motivierte, weiter zu machen. Ich danke dem gesamten rgeo-Team, meinen lieben Hiwi-Kollegen und Kommilitonen für die Unterstützung, Freundschaft und Beratung. All meinen Freunden, meiner Freundin und meiner Familie gebührt für die Geduld der letzten Jahre großer Dank und dass sie trotz der Vernachlässigung in den letzten Monaten immer noch für mich da sind. Zum Schluss danke ich Gott dafür, dass es mir ermöglicht wurde, gar ein Masterstudium aufzunehmen. In meiner Jugend hätte ich im Traum nicht daran gedacht, jemals hier zu sitzen. Eine sechsjährige Studienzeit geht mit dieser Masterarbeit zu Ende.

Danke für alles!

Tobias Gehrig

Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit „Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik – wissenschaftlich fundierte Entwicklung eines web-basierten Lernmoduls zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schule“ ist im Rahmen des Masterstudienganges Bildungswissenschaften im Profil Fachdidaktik mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaften im Wintersemester 2015/2016 an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg entstanden.

Im Zeitalter von „Google Earth & Co.“ Ist es nahezu jedem Menschen möglich, die Erde mit „anderen Augen“ zu sehen. Um in Zukunft jedem Menschen die Fähigkeit zu ermöglichen, Satellitenbilder „lesen“ zu lernen, bedarf es einer Sonderstellung der Schulen, die diese Fähigkeit kompetenzorientiert an die Schülerinnen und Schüler weitergeben. Da allerdings viele Lehrkräfte über nur wenig bis mangelnde Erfahrung im Bereich der digitalen Geomedien verfügen, kommt es zu erheblichen Problemen bei der didaktischen Aufbereitung dieser Themenstellungen. Daher ist es ein besonderes Ziel dieser vorliegenden Masterarbeit, ein Lernmodul zu entwickeln, das den Lehrkräften die Arbeit an den Schulen erleichtert. Hierfür wurde in einem Zeitraum von über einem Jahr das Lernmodul „Leben am Vulkan“, im Zusammenhang mit dem Projekt „Die Erde verstehen lernen – Einsatz moderner Satellitenbildtechnologie zur Erdbeobachtung für Jugendliche (Space4Geography)“ in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, entwickelt. Durch leitfadengestützte Experteninterviews konnten vorab Erkenntnisse gewonnen werden, die in die Konzeption des Lernmoduls mit eingebunden wurden. Für den Test des Lernmoduls wurden Schülerinnen und Schüler mit ihren Lehrkräften in die GIS-Station, dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien eingeladen, um das Lernmodul in seinen Prototypen zu testen und zu evaluieren. Eine teilnehmende Beobachtung diente der Erfassung des Schülerverhaltens und den eingesetzten Unterrichtsmedien, um Rückschlüsse auf deren Wirkung im Hinblick auf den Einsatz des Lernmoduls zu ziehen. Mit Hilfe des Einsatzes von Design Based Research war es möglich, das Lernmodul bedarfsgerecht zu optimieren und weiterzuentwickeln. Mit dem „Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik“ konnte die „wissenschaftlich fundierte Entwicklung eines Lernmoduls zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schu-

le“ eingeleitet werden. Dem digitalen Zeitalter wird damit weiterhin Rechnung getragen. Der Forschungsansatz Design Based Research ermöglichte einerseits die Entwicklung des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ und andererseits dessen wissenschaftliche Begleitung, wobei theoriegestützte Ansätze dabei halfen, das Lernmodul zu evaluieren und zu optimieren. Die vorliegende Masterarbeit wurde mit Hilfe von qualitativen Forschungsanteilen innerhalb des DBR-Ansatzes durchgeführt und möchte dazu beitragen, Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern zu optimieren.

Abstract

This master thesis "Use of Design Based Research in remote sensing teaching - science-based development of a web-based learning module for promoting satellite image use in school" is part of the Master's program Educational Sciences in profile didactics focusing on the natural sciences in the winter semester 2015/2016 at the University of Education Heidelberg emerged.

In the age of "Google Earth & Co." Is it almost every man able to see the earth with "different eyes". To test the ability to allow in the future every person, satellite imagery "Read" to learn it, requires a special position of schools, the competence-oriented this ability to pass on to the pupils. However, as have many teachers have little to lack of experience in the field of digital Geomedia, there are significant problems in the didactic presentation of these topics. Therefore, it is a particular object of this present thesis to develop a learning module that facilitates the work of the schools teachers. For this was a period of over one year, the learning module "life at the volcano", "Understanding the Earth - using modern satellite imaging technology for Earth observation for teenagers (Space4Geography)" in relation to the project in the Department of Geography at the University of Education Heidelberg, developed. Through expert interviews advance insights have been gained, which were involved in the conception of the learning module. For the test, the learning module students have with their teachers in the GIS station, the Klaus Tschira competence center for digital invited Geomedia to test the learning module in its prototype and evaluate. A participant observation was used to detect the pupil behavior and teaching media used to draw conclusi-

ons about its effect in terms of the use of the learning module. With the help of the use of Design Based Research it was possible to optimize and develop the learning module as needed. By "use of Design Based Research in remote sensing didactics" was the "science-based development of a learning module for promoting satellite image use in school" are introduced. The digital age is therefore still taken into account. The research approach Design Based Research allowed the one hand the development of the learning module "life at the volcano" and on the other hand its scientific monitoring, with theory-based approaches have helped to evaluate the learning module and optimize. This master thesis was carried out by means of qualitative research units within the DBR approach and would help to optimize learning processes of students.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Zusammenfassung	4
Abstract	5
Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	XI
Abkürzungsverzeichnis	XII
1. Einleitung und Problemstellung.....	14
2. Theoretischer Hintergrund und aktueller Forschungsstand	18
2.1 Theoretischer Hintergrund	18
2.1.1 Neue Medien	18
2.1.2 Fernerkundung	22
2.1.3 Satellitenbilder	33
2.1.4 Fernerkundungsdidaktik	39
2.2 Aktueller Forschungsstand und daraus resultierende Forschungsfragen.....	44
2.2.1 Überblick über den Forschungsstand	44
2.2.2 Aktuelle Studien in Bezug auf das Forschungsfeld.....	47
2.2.3 Fernerkundungsdidaktische Ansätze in internationalen und nationalen Einrichtungen	52
2.2.4 Beitrag der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG)	54
2.2.5 Der neue Bildungsplan in Baden-Württemberg	54

2.2.6	Aktuelle Forschungsarbeiten im Forschungsfeld	58
2.2.7	Daraus resultierende Forschungsfragen.....	61
3.	Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes	63
3.1	Der Forschungsansatz Design Based Research (DBR)	63
3.2	Vorstellung des Forschungsdesigns	67
3.3	Vorstellung der Untersuchungsgruppe	69
3.4	Testinstrumente der Untersuchung im ersten Testzyklus	71
3.4.1	Konzeption des leitfadengestützten Experteninterviews.....	72
3.4.2	Konzeption des Lernmoduls (Prototyp A)	76
3.4.3	Konzeption der Schülerevaluation	81
3.4.4	Konzeption der Lehrerevaluation.....	88
3.4.5	Konzeption der teilnehmenden Beobachtung	90
3.4.6	Zusammenfassung	92
3.5	Testinstrumente der Untersuchung im zweiten Testzyklus.....	93
3.5.1	Optimierung des Lernmoduls (Prototyp B).....	93
3.5.2	Optimierung der Schülerevaluation	98
3.5.3	Optimierung der Lehrerevaluation	100
3.5.4	Optimierung der teilnehmenden Beobachtung	101
3.5.5	Zusammenfassung	101
4.	Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen	103
4.1	Vorstellung der Ergebnisse aus den leitfadengestützten Experteninterviews	103
4.1.1	Lernsetting.....	103
4.1.2	Dauer.....	104
4.1.3	Kompetenzen	104
4.1.4	Theorie- und Praxisanteil.....	105

4.1.5 Themenwünsche	106
4.1.6 Geographische Fachmethoden	106
4.1.7 Medieneinsatz	107
4.1.8 Lernmodul.....	107
4.1.9 Art des Lernmoduls	108
4.2 Vorstellung der Ergebnisse aus der Konzeption des Lernmoduls	109
4.2.1 Das Lernmodul in Version Prototyp A.....	109
4.2.2 Das Lernmodul in Version Prototyp B.....	113
4.3 Vorstellung der Ergebnisse aus der Schülerevaluation (Online-Evaluation).....	122
4.3.1 Angaben zur Person (A)	122
4.3.2 Fragen zum Lernmodul (B).....	123
4.3.3 Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern (C)	131
4.3.4 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D)	140
4.3.5 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer (E)	141
4.3.6 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F)	143
4.4 Vorstellung der Ergebnisse aus der Lehrerevaluation	145
4.4.1 Angaben zur Person (A)	145
4.4.2 Vorerfahrungen mit digitalen Geomedien (B)	146
4.4.3 Bewertung der GIS-Station (C).....	146
4.4.4 Eindrücke (D).....	146
4.4.5 Bewertung des Lernsettings (E)	146
4.4.6 Verbesserungsvorschläge (F).....	146
4.5 Vorstellung der Ergebnisse aus der teilnehmenden Beobachtung ...	147
4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse	149

5.	Diskussion der Ergebnisse und Methoden aus zwei Testzyklen	153
5.1	Diskussion der leitfadengestützten Experteninterviews	153
5.2	Diskussion des Lernmoduls und des Lernsettings.....	153
5.3	Diskussion der Evaluation	154
5.4	Diskussion der teilnehmenden Beobachtung.....	157
5.5	DBR – ein sinnvoller Ansatz?	157
5.6	Zusammenfassung	159
6.	Fazit und Ausblick	160
	Anhang	VI
	Literaturverzeichnis.....	VII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitale Geomedien im Geographieunterricht (Quelle: mebis.bayern.de [01.04.16]).....	21
Abbildung 2: Schema eines Fernerkundungssystems (Quelle: fis.uni-bonn.de [01.04.16])	23
Abbildung 3: Nadar im Ballon, nach: Honoré Daumier, 1869 (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])	24
Abbildung 4: Die wichtigsten Satelliten und ihre Kanäle (Quelle: satgeo.zum.de [01.04.16]).....	29
Abbildung 5: Einsatzbereiche von Fernerkundung (Quelle: fe-lexikon.info [01.04.16])	30
Abbildung 6: Zeitleiste des Landsat-Programms (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])	31
Abbildung 7: Instrumente der Landsat-Serie 1-8 (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])	31
Abbildung 8: Prinzip von Landsat (Quelle: eijournal.com [02.04.16]).....	33
Abbildung 9: Das elektromagnetische Spektrum und die Bereiche verschiedener Sensoren (Quelle: ALBERTZ 2009, S. 11)	34
Abbildung 10: Entstehung von Farbe (Quelle: blif.de [02.04.16])	36
Abbildung 11: Das Pixelprinzip (Quelle: GIS-Station)	37
Abbildung 12: Spektraler Fingerabdruck (Quelle: GIS-Station)	37
Abbildung 13: Kanalkombinationen Landsat 8 am Beispiel des Ätna-Ausbruchs 2013 (Quelle: BLIF)	38
Abbildung 14: Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption (Quelle: SIEGMUND 2011, S. 158).....	41
Abbildung 15: Didaktischer Mehrwert von Satellitenbildern im Unterricht (Quelle: eigene Darstellung nach DITTER)	42

Abbildung 16: Schritte bei der Auswertung von Satellitenbildern im Unterricht (Quelle: eigene Darstellung nach BRUCKER 2012, S. 179).....	43
Abbildung 17: Terra-Satellitenbildaufnahme Vulkanausbruch Ätna vom 17. Juli 2001 (Quelle: NASA)	47
Abbildung 18: Computerverfügbarkeit pro Schüler an Schulen (Quelle: DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 217)	48
Abbildung 19: Index zur computerbezogenen Selbsteinschätzung, differenziert nach Geschlecht (Quelle: DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 218).....	49
Abbildung 20: Geräte-Ausstattung im Haushalt 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 6).....	50
Abbildung 21: Medienbeschäftigung in der Freizeit 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 11)	51
Abbildung 22: Nutzung verschiedener Handy-Funktionen 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 49).....	52
Abbildung 23: Modell geographischen Lernens (Quelle: Landesinstitut für Schulentwicklung)	56
Abbildung 24: Teilkompetenzen in drei Niveaustufen im Bereich Fernerkundung (Quelle: Bildungsplan Geographie 2016, S. 39).....	58
Abbildung 25: Konzeption und Arbeitsschritte im Rahmen des Projekts "Space4Geography" (Quelle: WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015, S. 74)	60
Abbildung 26: Spezifische Merkmale von Design Based Research (Quelle: eigene Darstellung).....	64
Abbildung 27: Forschungsstrategisches und methodisches Vorgehen im DBR-Ansatz (Quelle: eigene Darstellung)	65
Abbildung 28: Design-Zyklen (Quelle: eigene Darstellung)	68
Abbildung 29: Untersuchungsgruppe aus 2 Testzyklen (Quelle: eigene Darstellung).....	70

Abbildung 30: Testinstrumente im ersten Testzyklus (Quelle: eigene Darstellung).....	71
Abbildung 31: Beispieltranskript eines Experteninterviews (Quelle: eigene Darstellung).....	73
Abbildung 32: Screenshot von f4 (Quelle: f4 [24.06.15])	75
Abbildung 33: Codesystem in selektiver Ansicht (Quelle: f4analyse [07.07.15])	76
Abbildung 34: Konzeption des Lernmoduls Prototyp A (Quelle: eigene Darstellung).....	78
Abbildung 35: Hauptinterface der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF 1.1 (Quelle: BLIF [01.05.16])	79
Abbildung 36: Zielfunktionen einer Evaluation (Quelle: eigene Darstellung nach STOCKMANN 2002, S. 3)	81
Abbildung 37: Das Kontinuum der Selbstbestimmung (Quelle: DECI & RYAN, 2002, S. 16)	86
Abbildung 38: Testinstrumente im zweiten Testzyklus (Quelle: eigene Darstellung).....	93
Abbildung 39: Optimierung des Lernmoduls Prototyp B(Quelle: eigene Darstellung).....	94
Abbildung 40: Prototypische Startseite der Lernplattform (Quelle: rgeo.de [18.05.16])	95
Abbildung 41: Ausschnitt aus der PPT-Präsentation von Prototyp A (Quelle: GEHRIG, 2015).....	109
Abbildung 42: Ausschnitt des Arbeitsblattes zum Lernmodul Prototyp A (Quelle: eigene Darstellung nach Vorlage der GIS-Station)	111
Abbildung 43: Vergleich von Echtfarbenbild und Falschfarbenbild Ätna 2013 (Quelle: BLIF, stark vergrößert).....	112
Abbildung 44: Screenshot der webbasierten Lernsoftware BLIF (Quelle: BLIF)	113
Abbildung 45: Aufbau eines Lernmoduls (Quelle: SIEGMUND et al, 2014) ...	114

Abbildung 46: Auswahl der Lernmodule in Space4Geography (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	115
Abbildung 47: Menüführung des Lernmoduls (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	116
Abbildung 48: Quizfrage innerhalb eines Lernabschnitts (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	117
Abbildung 49: Entstehung von Vulkanen (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	117
Abbildung 50: Verteilung der Vulkane auf der Erde (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	118
Abbildung 51: Arbeitsanweisungen im Lernmodul zur Ausführung der Satellitenbildanalyse (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	119
Abbildung 52: Zuordnungsquiz in Prototyp B (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	121
Abbildung 53: Quizfrage zum Vegetationsindex (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])	121
Abbildung 54: Geomedien, die SuS vor dem Kurs kannten, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	123
Abbildung 55: Geomedien, die SuS vor dem Kurs kannten, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	123
Abbildung 56: Das Arbeiten mit BLIF, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	124
Abbildung 57: Das Arbeiten mit dem Programm BLIF, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	125
Abbildung 58: Erklärungen des Dozenten, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	126
Abbildung 59: Erklärungen des Dozenten, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	126
Abbildung 60: Gesamtdauer des Kurses, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	127

Abbildung 61: Gesamtdauer des Kurses, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	127
Abbildung 62: Erwartungen an das Lernmodul, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)	128
Abbildung 63: Erwartungen an das Lernmodul, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)	128
Abbildung 64: Spaßfaktor des Lernmoduls, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	129
Abbildung 65: Spaßfaktor des Lernmoduls, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	129
Abbildung 66: Das Lernmodul war selbsterklärend, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)	130
Abbildung 67: Das Lernmodul war selbsterklärend, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)	130
Abbildung 68: Einstufung des Lernmoduls, Testgruppe I (Quelle: Google Forms).....	131
Abbildung 69: Einstufung des Lernmoduls, Testgruppe II (Quelle: Google Forms).....	131
Abbildung 70: Erfassung intrinsischer Regulation in beiden Testgruppen (Quelle: Google Forms).....	134
Abbildung 71: Erfassung extrinsischer Regulation in beiden Testgruppen (Quelle: Google Forms).....	137
Abbildung 72: Erfassung der introjizierten Regulation im ersten Testlauf (Quelle: Google Forms).....	138
Abbildung 73: Erfassung der identifizierten Regulation im ersten Testlauf (Quelle: Google Forms).....	140
Abbildung 74: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)	141
Abbildung 75: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)	141

Abbildung 76: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer in Auswahl, Testgruppe I (Quelle: Google Forms) ...	142
Abbildung 77: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer in Auswahl, Testgruppe II (Quelle: Google Forms) ..	142
Abbildung 78: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)	143
Abbildung 79: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)	143
Abbildung 80: Probleme und Interesse bei der Arbeit mit Satellitenbildern, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)	144
Abbildung 81: Probleme und Interesse bei der Arbeit mit Satellitenbildern, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)	145

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklungen der Fernerkundung (Quelle: eigene Darstellung nach enso.info).....	28
Tabelle 2: Unterschiedliche Kanalkombinationen (Quelle: BLIF)	120

Abkürzungsverzeichnis

a.a.O	am angegebenen Ort
Aufl.	Auflage
Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
B	Blauer Kanal
BLIF	Blickpunkt Fernerkundung
CD	Compact Disc
CD-ROM	Compact Disc Read Only Memory
DGfG	Deutsche Gesellschaft für Geographie
ebd.	Ebendort
etc.	et cetera
evtl.	eventuell
EWG	Erdkunde-Wirtschaftskunde-Gemeinschaftskunde
G	Grüner Kanal
Geo	Geographie
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System
GWG	Geographie-Wirtschaft-Gemeinschaftskunde
Hg.	Herausgeber
Hrsg.	Herausgeber
i.S.v.	im Sinne von
i.V.m.	in Verbindung mit

o.J.	ohne Jahr
No.	Nummer
Nr.	Nummer
NWA	Naturwissenschaftliches Arbeiten
p.	Page
PC	Personal Computer
PH	Pädagogische Hochschule
R	Roter Kanal
S.	Seite
s.	siehe
S4G	Space4Geography
SLC	Scan Line Corrector
Tab.	Tabelle
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
W-LAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung und Problemstellung

„Dank Google Maps hat man die Möglichkeit, die ganze Welt zu entdecken. Und was machen 99% aller Nutzer? Das eigene Haus suchen...“ (webfail.com).

Um diesem *Webfail* entgegenzuwirken, stellt der Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik die wissenschaftlich fundierte Entwicklung eines webbasierten Lernmoduls zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schule vor. Die vorliegende Masterarbeit ist im Rahmen des Masterstudiengangs Bildungswissenschaften im Profil Fachdidaktik und dem Schwerpunkt Naturwissenschaften in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg im Wintersemester 2015/16 entstanden.

In dieser Masterarbeit wurde ein Lernmodul über das *Leben am Vulkan* mit Hilfe des neuen Forschungsansatzes Design Based Research (DBR) entwickelt, erprobt, evaluiert und optimiert. Dabei wurde das Lernmodul über ein Jahr lang in einem Forschungsprozess mit Hilfe von Schulklassen und Experten entwickelt und getestet, sowie aufgrund von Vorschlägen der Schulklassen und Experten erweitert, digitalisiert und optimiert, sodass am Ende des Forschungsprozesses ein Prototyp des Moduls online zu Verfügung stand. Dieser Forschungsprozess soll in der vorliegenden Masterthesis ausführlich beschrieben werden, um den Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik genauer zu erläutern und in Zukunft in die Forschung und Schulen des Landes auszuweiten. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht der Forschungsansatz Design Based Research, der noch sehr jung in den Bildungswissenschaften und der Geographiedidaktik ist. Zentraler Gegenstand dieses Forschungsansatzes ist die Verknüpfung zwischen Fachdidaktik, empirischer Forschung und schulischer Praxis. Der Praxisanteil dieser Arbeit stellt das webbasierte Lernmodul dar, das zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schule entwickelt wurde, um Satellitenbilder alltags-tauglich im Unterricht einzusetzen. Die bedeutende Fragestellung der Thesis

war, inwiefern Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern¹ der Sekundarstufe I durch den Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik optimiert werden können und wie dabei ein Lernsetting in der Fernerkundungsdidaktik aufbereitet werden kann, damit Lernprozesse optimiert werden können. Der Forschungsansatz war dabei stets qualitativ mit quantitativen Anteilen angelegt.

In der Schulpraxis wurde vermehrt festgestellt, dass Fernerkundung nur selten schulischer Bestandteil im Unterricht der Lehrkräfte war (vgl. DITTER, MICHEL & SIEGMUND, 2012). Die neuen Bildungspläne 2016 in Baden-Württemberg² wollen diesem Missstand entgegenwirken. Der Fächerverbund *Erdkunde – Wirtschaftskunde – Gemeinschaftskunde (EWG)* wird aufgelöst und *Geographie* wird ab Klasse 5 sukzessive eigenständiges Unterrichtsfach. Deshalb war es ein relevantes Anliegen des Autors und des Forschungsteams, die Masterthesis in diesem Bereich zu schreiben und in der Fernerkundungsdidaktik zu forschen. Dies liegt auch daran, dass der Autor seit 2011 das Interesse an der Fernerkundungsdidaktik durch seine Tätigkeit und sein Studium in der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg gefunden hat und aus diesem Grund die Fernerkundung in die Schulen des Landes bringen möchte.

Die vorliegende Masterarbeit knüpft an der nach wie vor aktuellen Problemlage³ an, dass Lehrkräfte nur vermindert Satellitenbilder und Fernerkundungsdaten in ihrem Unterricht einsetzen. Dabei ist es unabhängig, ob dies im Geographieunterricht oder anderen Fächern stattfindet bzw. eben nicht stattfindet. Diesem Problem möchte diese Arbeit entgegenwirken, indem sie ein wissenschaftlich fundiertes Lernmodul beschreibt, das über ein Jahr lang entwickelt und in der Schulpraxis erprobt wurde, sodass ein Einsatz dieses Lernmoduls auch von Lehrkräften genutzt werden kann, die bisher keine o-

¹ Hinweis: Sofern es dem Autor im Sinne eines sinnvollen grammatikalischen Satzbaus möglich ist, wird grundsätzlich die weibliche und männliche Form verwendet. Sollte dies aufgrund grammatikalischer Gegebenheiten nicht möglich sein, wird ausnahmsweise die männliche Form verwendet. Selbstverständlich ist damit auch immer die weibliche Form gemeint und die Maskulinisierung soll keine Minderung des weiblichen Geschlechts darstellen.

² Ab September 2016 gelten in BW die neuen Bildungspläne (vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg)

³ Vgl. PISA-, JIM- & KIM-Studie

der nur wenigen Erfahrungen und Vorkenntnisse im Bereich der Fernerkundung aufweisen können.

Mit dieser Thesis wird das Ziel verfolgt, Fernerkundung sukzessive und vermehrt in einen klassischen Schulalltag zu integrieren. Dabei sollen die aktuellen Bildungspläne mit zielfifferentem Unterricht stets Beachtung finden und neue Medien im Geographieunterricht ihren Stellenwert erfahren. Dabei soll jedoch keineswegs die klassische Lehrkraft durch Lernmodule ersetzt werden, sondern die Lehrkraft findet hier Anreize, Fernerkundungsdaten kinderleicht im Unterricht zu integrieren und so den Unterricht um neue Medien zu erweitern und zu ergänzen. Weitere Ziele der Masterthesis sind, die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern zu optimieren und sie spielend leicht in die komplexe Thematik der Fernerkundung heranzuführen, damit diese einen motivierenden Einstieg in die *Welt von Oben* erfahren und sich ggf. selbstständig weiterhin mit der Thematik der Fernerkundung beschäftigen. Dabei stehen die aktuellen Gesichtspunkte der Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt.

Im weiteren Teil der Masterarbeit wird zunächst der theoretische Hintergrund geklärt, um Begrifflichkeiten, welche die Thematik der Arbeit betreffen, besser zu verstehen. Dort wird auch der aktuelle Forschungsstand hinreichend erläutert und die daraus entstandenen Forschungsfragen formuliert und erklärt. Nachdem die theoretischen Grundlagen gebildet wurden und der Forschungsstand aufbereitet wurde, folgt ein Kapitel zum Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes. Dort wird zunächst noch einmal ausführlich erklärt, was der Autor und das Fachpublikum unter Design Based Research verstehen und wie dieser Forschungsansatz innerhalb der Geographiedidaktik verankert werden kann. Der Forschungsansatz im Sinne des DBR-Ansatzes umfasst dabei zwei Testzyklen, in denen die Testinstrumente, die Untersuchungsgruppe, das Lernmodul, die Evaluation und die Optimierung Platz zur Darbietung finden. Im Anschluss an dieses Kapitel werden die zentralen Testergebnisse aus beiden Testzyklen zunächst ohne Wertung dargestellt. Die Charakteristik, Interpretation und Diskussion der Ergebnisse folgt in einem weiteren Kapitel. Am Ende der Masterthesis werden die Forschungsfragen erneut aufgegriffen und beantwortet. Zum Abschluss wird ein Fazit der

Forschungsarbeit gezogen und ein Ausblick für weitere Forschungsansätze und Forschungsfragen gegeben.

2. Theoretischer Hintergrund und aktueller Forschungsstand

In diesem Kapitel wird zuerst der theoretische Hintergrund dargestellt, um ein besseres Verständnis über die zentralen Begrifflichkeiten dieser Arbeit zu bekommen. Anschließend wird der aktuelle Forschungsstand in Bezug auf das Thema dargestellt. Die daraus resultierenden Forschungsfragen werden am Ende dieses Kapitels erläutert.

2.1 Theoretischer Hintergrund

Für das bessere Verständnis im Zusammenhang dieser Forschungsarbeit, werden in diesem Kapitel zunächst theoretische Grundlagen gebildet, die für die weitere Auseinandersetzung mit der Arbeit unabdingbar sind. Die Begriffe *Design Based Research (DBR)* und *Lernmodul* werden unter Kapitel 3 im Zusammenhang mit dem Forschungsdesign erläutert.

2.1.1 Neue Medien

Medien werden in diesem Unterkapitel in fünf Kategorien unterschieden: erstens klassische Medien, zweitens Neue Medien, drittens Digitale Medien, viertens die Sonderform Digitale Geomedien und fünftens die Medienerziehung.

1 Medien:

Nach RINSCHÉDE sind *Medien* Träger von subjektiv ausgewählten und gespeicherten Informationen. Im Unterricht haben sie eine Mittlerfunktion zwischen der Wirklichkeit und den Lernenden (RINSCHÉDE, 2003, S. 288). Im Alltag fällt dabei häufig der Begriff „Massemedien“ oder „Massenkommunikationsmittel“. Unter „Massenmedien“ fallen Bücher, Zeitungen, Zeitschriften, Rundfunk, Fernsehen, Filme, Internet usw., die mit Hilfe der Technik eine große Anzahl von Adressaten erreichen. Werden diese Medien als Zeitungsartikel oder Videoaufzeichnung im Unterricht eingesetzt, werden sie zu „Unterrichtsmedien“ (RINSCHÉDE, 2003, S. 288). In diversen Fachliteraturen ist der Begriff „Medien“ sehr weit gefasst. Daher bietet es sich an, eine Klassifikation der Medien nach verschiedenen Kriterien vorzunehmen, jedoch sind diese empirisch nicht gesichert (RINSCHÉDE, 2003, S. 288). Die Bundeszent-

rale für politische Bildung (bpb) schlägt für den Begriff Medien folgende Definition vor: „Medien ist ein Sammelbegriff für alle audiovisuellen Mittel und Verfahren zur Verbreitung von Informationen, Bildern, Nachrichten etc. zu den Massenmedien. Zählen insbesondere die Presse (Zeitungen, Zeitschriften), der Rundfunk (Hörfunk, Fernsehen) und das Internet.“ (KLAUS & KLEIN, 2001). Das Wörterbuch der Geographiedidaktik (BÖHN & OBERMAIER, 2013) definiert Medien wie folgt: „Medien sind Träger von Informationen oder von Eindrücken, über die sich Anschauung vermittelt.“ (HASSE, 2013, S. 186). Unter Medien versteht man im fachdidaktischen Sinne beispielsweise Wahrnehmungsmedien (also Sinne), Verstehens-Medien (Körpersprachen, Zeichensprache), Verbreitungsmedien (Massenmedien wie die Zeitung, Fernsehen und das Internet). Medien können Arbeitsmittel im Sinne von Karten, Atlanten, originale Gegenstände oder Computerprogramme sein. Ein Bild kann als Arbeitsmittel je nach didaktischem Einsatz Motivations-, Informations-, Kommunikations-, Wahrnehmungs- oder Erkenntnismedium sein. Medien können gleichwohl nach dem Grad der Abstraktion klassifiziert werden, z.B. originale Medien, welche der sinnlichen Wahrnehmung dienen oder abstrakte Medien der Imagination. Es gibt lineare Medien, die vom Sender zum Empfänger führen, sogenannte „interaktive“ Medien und fachspezifische Medien, wie z.B. die Karte, der Globus oder der Atlas. Zuletzt wird zwischen fachspezifischen Medien, z.B. Geste, Stimme, Sprache, sich artikulierende Person, Zeitung und Fernsehen differenziert (HASSE, 2013, S. 186-187).

2 Neue Medien:

Der Begriff *Neue Medien*⁴ ist längst nicht mehr *neu*, sondern bereits sehr alt, was für die schnelle Etablierung der Medien steht. RATZKE bezeichnete „alle Verfahren und Mittel (Medien), die mit Hilfe neuer oder erneuerter Technologien neuartige, also in dieser Art bisher nicht gebräuchliche Formen von Informationserfassung und Informationsbearbeitung, Informationsspeicherung, Informationsübermittlung und Informationsabruf ermöglichen“ als Neue Medien (RATZKE, 1982). Als neues Medium wurde Anfang des 20. Jahrhunderts das Radio bezeichnet, dann der Fernseher gefolgt vom Videotext. Den Terminus *Neue Medien* verwendet man derzeit vor allem als Sammelbezeich-

⁴ Der Begriff Neue Medien wird verwendet für zeitbezogene neue Medientechniken.

nung für elektronische, digitale und interaktive Medien, also z.B. für E-Mails, das World Wide Web, DVDs, Blue-Rays oder CD-ROMs. Die Kommunikation hat seit Menschengedenken eine große Rolle gespielt. Im Laufe der Zeit wurde die Art miteinander zu kommunizieren immer globaler, komplexer, technischer und ausgefeilter. Einen wichtigen Schritt auf diesem Weg stellte dabei 1450 die Erfindung des Buchdrucks durch GUTENBERG dar, da Informationen besser zugänglich wurden. Mit der Einführung von Rundfunk und Fernsehen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts erreichten Informationen viele Menschen gleichzeitig und schneller. Doch was unterscheidet *Neuen Medien* von den *Massenmedien*? *Neue Medien* haben die Einbahnstraßen-Kommunikation der Massenmedien durch komplexe Computersysteme überwunden. Die folgenden drei Begriffe verdeutlichen den Unterschied zwischen *neuen* und traditionellen Medien: Interaktivität, Hypertext und Virtualität. Interaktivität bezeichnet dabei das wechselseitige Agieren zwischen Menschen und hochkomplexen technischen Systemen wie dem Internet. Der Hypertext bezeichnet, im Gegensatz zu einem einfachen Text mit geradliniger Textabfolge, ein Netz von Texten, die miteinander verbunden sind. Die Virtualität bezeichnet eine künstliche, beeinflussbare Welt im Gegensatz zur primären Wirklichkeit (vgl. <http://www.wissen.de/neue-medien> [01.04.16]).

3 Digitale Medien:

Im Gegensatz zu *Neuen Medien* versteht man unter *Digitalen Medien* „computerbasierte Medien, die als Träger oder Mittler von Informationen fungieren [...]. Sie stellen eine Subkategorie der Medien dar. Als eine Sonderform sind die digitalen Geomedien (siehe unten) anzusehen.“ (DITTER & SIEGMUND, 2013, S. 54) Durch Unterstützung des Computers als technisches Hilfsmittel können Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang digitaler Lernsettings folgende geographische und fächerübergreifende Arbeitsweisen durchführen: Erstens die Informationsbeschaffung über spezielle Datenbanken, lokale Datenträger wie z.B. CD-ROM, DVD, Blue-Ray-Disc und das Internet; zweitens die Informationsaufbereitung und Informationsdarstellung als Text, Tabelle, Grafik oder Karte; drittens die Präsentation von Informationen, entweder auditiv, visuell oder audiovisuell; viertens die Informationsdeutung und Informa-

tionsübung via Animationsprogramme, Simulationsprogramme oder Lernprogramme (DITTER & SIEGMUND, 2013, S. 54-55).

4 Digitale Geomedien:



Abbildung 1: Digitale Geomedien im Geographieunterricht (Quelle: mebis.bayern.de [01.04.16])

Als Sonderform der *Digitalen Medien* stellen *Digitale Geomedien* „digital codierte raumbezogene Daten über geographisch relevante Sachverhalte dar sowie die zu deren Verwaltung, Analyse und Visualisierung notwendigen technischen Geräte und Software.“ (SIEGMUND & MICHEL, 2013, S. 53). Digitale Geomedien werden dabei durch ähnliche Begriffe, wie z.B. „Geomedien“, „Geoinformation“ oder „Geokommunikation“ geprägt. Hauptkategorien digitaler Geomedien stellen digitale Globen (Globus), webbasierte geographische Informationssysteme (GIS) und die Fernerkundung dar (SIEGMUND & MICHEL, 2013, S. 53).

5 Medienerziehung:

Die *Medienerziehung* ist ein angewandter Teilbereich der Medienpädagogik. „Sie hat die Hinführung der Schüler als Mediennutzer zu einem kompetenten, d.h. kritischen und verantwortungsvollen Umgang mit Medien inner- und au-

ßerhalb der Schule zum Ziel.“ (SCHNEIDER, 2013, S. 187). Grundlegende Hauptziele der Medienerziehung sind dabei das Kennenlernen der Vielfalt an Medien, ihrer unterschiedlichen Ausprägungen und spezifischen Ausdrucksformen; das Erkennen der Wirkungs- und Einflussnahme-Möglichkeiten von Medien auf persönlicher und gesellschaftlicher Ebene; die Fähigkeit zu kritischer Betrachtung der Inhalte, Aussagen und Zielsetzungen von Medien und zur eigenständigen Meinungsbildung auf der Grundlage eines vielfältigen Medienangebots und die Beherrschung des Einsatzes von Medien, um Meinungen und Sachverhalte zum Ausdruck zu bringen und die Beherrschung eines Instrumentariums zur Erstellung selbst gefertigter Medien (SCHNEIDER, 2013, S. 187-188).

2.1.2 Fernerkundung

Die *Fernerkundung* (engl. *Remote sensing*) ist ein Sammelbegriff für zahlreiche Verfahren zur Messung von Erdoberflächen und sonstigen Daten, ohne dass zwischen Objekt und Sensor ein Direktkontakt besteht. Fernerkundung wird inzwischen mit Satellitenfernerkundung gleichgesetzt, obwohl auch „konventionelle“, also nicht satellitengestützte Aufnahmeverfahren dazu gehören, wie z.B. die Aufnahme von Luftbildern durch Flugzeuge oder Ballons. Die Methoden werden dabei entsprechend den Fragestellungen eingesetzt und haben als Hintergrund die Theorie der geographischen Dimensionen, wie Maßstäbe oder Maßstabsstufen. Die Fernerkundung wird in fast allen Geowissenschaften und in den raumbezogenen Biowissenschaften eingesetzt. Die „geographische“ Fernerkundung fokussiert auf geographische Fragestellungen der Landschaftsökosysteme und Umweltsysteme, z.B. der Landnutzung, der Naturgefahren oder des Umwelt- und Kulturlandschaftswandels (LESER, et al., 2011, S. 236). Das Wörterbuch der Geographiedidaktik beschreibt die Fernerkundung als „Gesamtheit der Verfahren zur Gewinnung von quantitativen oder qualitativen Informationen über die Erdoberfläche durch Messung und Interpretation der von ihr ausgehenden Energiefelder. Als Informationsträger dient dabei die reflektierte oder emittierte elektromagnetische Strahlung“ (MICHEL & VOß, 2013, S. 82-83). Zu unterscheiden sind dabei Aufnahmeverfahren (wie aktiv, passiv, Kamera, Multispektral-Scanner, Radar, Laser), Auswerteverfahren (wie visuell, rechnergestützt),

Auflösungsarten (wie temporal, räumlich, spektral, radiometrisch) und digitale Bildverarbeitungsverfahren (wie z.B. Bildverbesserung/Kontrast, radiometrische Verfahren/Atmosphärenkorrektur oder Entzerrung) (MICHEL & VOß, 2013, S. 83).

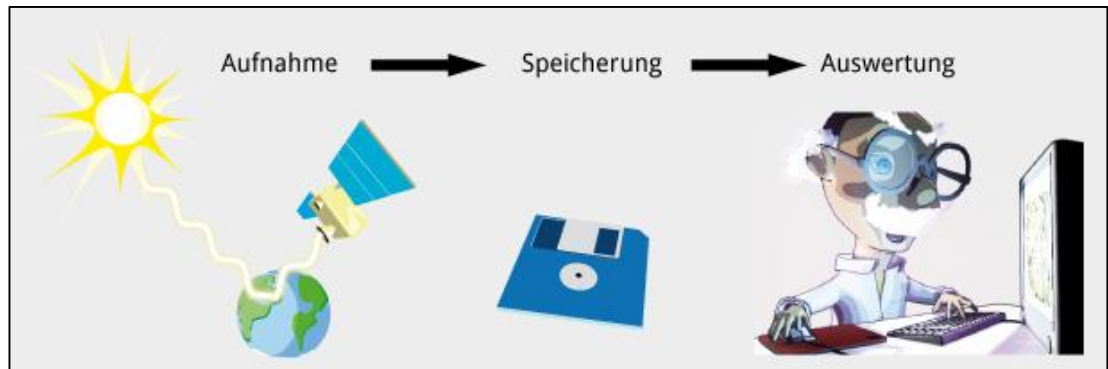


Abbildung 2: Schema eines Fernerkundungssystems (Quelle: fis.uni-bonn.de [01.04.16])

Jedes abbildende Fernerkundungssystem besteht aus drei Teilen: der Datenaufnahme, der Datenspeicherung und der Datenauswertung (vgl. Abbildung 2). Während der Datenaufnahme wird die von den Gegenständen der Erdoberfläche ausgehende elektromagnetische Strahlung durch einen „Sensor“ empfangen und in Bilddaten umgesetzt. Gleichzeitig werden diese Daten gespeichert, sodass direkt bzw. indirekt „Luftbilder“ oder „Satellitenbilder“ entstehen, die man anschließend auswerten kann. Dieser Vorgang setzt voraus, dass die empfangene elektromagnetische Strahlung von den Objekten an der Erdoberfläche in charakteristischer Weise beeinflusst wird, da sonst keine Objektinformationen daraus abgeleitet werden können (ALBERTZ, 2009, S. 2). Als „Luftbilder“ werden in erster Linie photographische Bilder eines Teils der Erdoberfläche bezeichnet, die von Luftfahrzeugen (Flugzeuge, Ballons, Drohnen) aufgenommen werden. Als „Satellitenbilder“ werden Bilder der Erdoberfläche bezeichnet, die von Satelliten aus dem Weltall aufgezeichnet werden. In diesen Bilddaten ist eine Menge an Informationen über das abgelichtete Gelände gespeichert, die für die Wissenschaft und Technik von großer Bedeutung sind. Diejenigen Verfahren, die dafür eingesetzt werden, das Informationspotenzial nutzbar zu machen, nennt man „Auswertung“. Dabei unterscheidet man die geometrisch orientierte „Fotogrammetrie“ (Ausmessung der Bilder), die zum großen Teil zur Herstellung topogra-

phischer Karten eingesetzt wird und die inhaltlich orientierte „Interpretation“, die sich mit den Eigenschaften der Erdoberfläche und den darauf liegenden Objekten befasst und für die Geowissenschaften von zentraler Bedeutung ist, z.B. in Form von Planung, Umweltüberwachung (ALBERTZ, 2009, S. 2-3). Eine Trennung zwischen Messung und Interpretation gibt es allerdings strenggenommen nicht, da in der Fotogrammetrie abgebildete Objekte (z.B. topographisch) erkannt und damit interpretiert werden. Bei der Interpretation werden wiederum des Öfteren Messungen benötigt (Baumkronendurchmesser, Böschungshöhen, Längen von Wasserläufen). Des Weiteren wird mit Hilfe der Interpretation versucht, aus erkenntlichen Einzelheiten Rückschlüsse auf nicht direkt Erkennbares zu ziehen, z.B. kann aufgrund der Vegetation auf Bodeneigenschaften geschlossen werden (ALBERTZ, 2009, S. 3). Allerdings setzt die positive Interpretation von Luft- und Satellitenbildern voraus, dass der Bearbeiter notwendige Sachkenntnisse mitbringt, wie z.B. die Anwendungsdisziplin (z.B. forstwissenschaftliche Kenntnisse) oder die Region (z.B. landeskundliche Kenntnisse). Ebenso sind Kenntnisse über die Entstehung der Bilder und ihre Eigenschaften nötig, um die Potenziale der Informationsgewinnung voll auszuschöpfen und Fehlinterpretationen zu vermeiden (ALBERTZ, 2009, S. 3).

Als Geburtsstunde der modernen Fernerkundung können die fotografischen Bilder von Gaspar F. Tournachon alias Nadar bezeichnet werden, die er im Jahre 1858 aus einem Ballon (vgl. Abbildung 3) in 80 Metern Höhe von Paris aufnahm (SIEGMUND A. , 2011, S. 7).



Abbildung 3: Nadar im Ballon, nach: Honoré Daumier, 1869 (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])

Die ersten Luftbilder zum Zwecke allgemeiner geographischer Fragestellungen wurden bereits im 19. Jahrhundert aufgenommen. Dies geschah zunächst für militärische, später auch für wissenschaftliche Zwecke. Dabei konzentrierte sich die Luftbildauswertung hauptsächlich auf geologische, bodenkundliche, hydrologische und vegetationskundliche Perspektiven. Der Meilenstein der Satellitenbildaufnahme begann mit dem Start der EXPLORER 6, einem US-amerikanischen Satelliten mit dem Ziel, den Geomagnetismus und die Ausbreitung von Radiowellen in der Atmosphäre zu untersuchen. Dieser Satellit nahm das erste Foto der Erde auf. Seit dem 7. August 1959 wird der Begriff *Fernerkundung* verwendet, welcher als geographisches Hilfsmittel eine markante Entwicklung in der geographischen Forschung erfahren hat (SIEGMUND A. , 2011, S. 7-9). In Tabelle 1 unten finden sich die wichtigsten Entwicklungen der Fernerkundung.

Prähistorie	frühe Hominiden nutzen freistehende Bäume in den Savannen Afrikas oder Hügel, um den Horizont nach Beute oder drohenden Gefahren abzusuchen
weitere Menschheitsgeschichte	Einsatz von Wacht- und Aussichtstürmen, Ferngläsern, Teleskopen, für astronomische Beobachtungen auch von Orientierungshilfen
1839	erste Photographie (Daguerrotypie)
1858	erste fotografische Bilder aus Fesselballon in 80 m Höhe über Paris von Gaspar F. Tournachon, alias Nadar; Beginn der modernen Fernerkundung
1860	Jules Verne schreibt über Lunanauts, die Wolkensysteme beobachten
1860er	Luftbilder aus Drachen, Ballons, Raketen, von Brieftauben; ballongestützte Luftaufklärung im amerikanischen Bürgerkrieg
1887	dt. Förster kartieren Baumarten mithilfe von Luftaufnahmen aus Ballons (frühes Bsp. für fotogr. Interpretation)

spätes 19. Jh.	Ballonbasierte Messung von Druck-, Temperatur- und Feuchteprofilen in der unteren Atmosphäre (Entdeckung der Tropopause)
1906	Luftaufnahme von Bord einer luftdruckbetriebenen Rakete aus einer Höhe von knapp 900m; die Kamera wurde in der Höhe ausgestoßen und landete per Fallschirm; Konstrukteur Albert Maul.
1906	Luftbilder von den Bränden und Erdbebenzerstörungen in S.F. aus 600 m Höhe; dazu befanden sich schwere Kameras an Bord von Ballondra-chen, Konstrukteur: G.R. Lawrence
1909	erste photographische Schrägbilder aus einem Flugzeug in Centocelli, Italien (Wilbur Wright)
1914 – 1918	Systematische Reihenaufnahmen, militärische Luftaufnahmen; spezielle Kameras für Luftaufnahmen
1919	erstes (thermales) Infrarotbild aus einem Flugzeug (Hoffman)
1920er	experimentelle, anwendungsorientierte Anwendung von Luftbildphotographie und Fotogrammetrie (forstlich, geographisch, archäologisch), erste großräumige Luftbilderkundungen (Indonesien, Antarktis, Grönland)
1930er	Entwicklung des Radar (D, UK, USA)
1939 – 1945	militärische Luftbildauswertung, Luftbildplanwerke, Farbfilmeinsatz, Testeinsatz SIR, CIR-Film (Aufdeckung von Tarnung), Einsatz von Flugzeugen, Raketen (V1, V2)
1950er	Begriff „remote sensing“ zuerst in den USA benutzt (Ms. Evelyn Pruitt vom U.S. Office of Naval Research)
1954	Westinghouse entwickelt das erste luftgetragene Seitensicht-Radar

1954	Erstflug des Spionageflugzeugs U-2
1957	Geräte zur Temperaturmessung an Bord des russischen Sputnik I
1958	Start des nur 14 kg schweren Explorer-1, mit dem die strahlungsintensiven Zonen Van-Allen-Gürtel entdeckt werden. Gründung der NASA.
1959	erstes photographisches Satellitenbild (amerikanische Explorer-6-Mission)
1960	erste Satellitenbilder für meteorologische Zwecke (amerikanischer Satellit TIROS-1)
ab 1962	Fernerkundungsmissionen zu anderen Planeten
ab 1965	fotographische Aufnahmen aus den amerikanischen Gemini- und Apollo-Raumkapseln
1966	drei operationelle meteorologische Satellitensysteme: - ESSA (Environmental Science Service Administration, polarumlaufend, sonnensynchron) - DMSP (Defense Meteorological Satellite Program, polarumlaufend, sonnensynchron) - ATS (Application Technology Satellite, geostationär)
1968	erster Satellit mit passiven Mikrowellensensoren: der russische Kosmos 243
1972	erstes digitales Satellitenbild der Erderkundung (Scanner an Bord des amerikanischen ERTS-1, syn. Landsat-1)
1977	Erster METEOSAT-Satellit im geostationären Orbit
1981	erster Space Shuttle-Flug
ab 1986	stereophotogrammetrisch auswertbare Bilddaten mit dem französischen Satellitensystem SPOT
ab 1990	Raumstationen zur operationellen Fernerkundung
1991	Start des europäischen ERS-1, erster Satellit

	dessen Altimeter die Erde mit einer Genauigkeit von 5 cm vermessen konnte
1992	Start des franz.-amerikanischen Forschungssatelliten TOPEX/Poseidon mit einem Altimeter zur Bestimmung der Meereshöhe
1997	TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission): erstes Regenradar auf einem Satelliten
2002	Start von ENVISAT – dem größten europäischen Umweltsatelliten
2002	erster Satellit der METEOSAT Second Generation (MSG) wird gestartet.
2006	erster europäischer Wettersatellit auf polarer Umlaufbahn (MetOp) wird gestartet
2007	Start des deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X zur Erzeugung hochauflösender Radarbilder
2014	Start von Sentinel-1, dem ersten Satelliten des neuen europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus

Tabelle 1: Entwicklungen der Fernerkundung (Quelle: eigene Darstellung nach enso.info)

Es befinden sich eine Menge von Satelliten im Weltall. Diese werden nach Umweltsatelliten und Wettersatelliten unterschieden, die sowohl für aktive als auch für passive Systeme Verwendung finden. Die gängigsten Sensortypen sind dabei die Multispektralkamera⁵, Thermalbildkameras⁶, Radarsysteme⁷, Hyperspektralsensoren⁸, Mikrowellenradiometer⁹, Laseraltimeter¹⁰, Interferometer¹¹ und die Luftbildkamera¹² (ALBERTZ, 2009).

⁵ Als multispektrale Bilddaten werden in der Fernerkundung Datensätze bezeichnet, die aus mehreren Spektralkanälen zusammengesetzt sind. Die Aufnahme erfolgt mit sogenannten Multispektralkameras.

⁶ Ein Thermalbild ist ein im mittleren Infrarot aufgenommenes Bild, das die von der Erdoberfläche ausgehende Thermalstrahlung wiedergibt.

⁷ Aktive Radarsysteme emittieren EM-Strahlung im Mikrowellenbereich von 1mm bis 1m und detektieren die an der Oberfläche reflektierte oder zurückgestreuten Anteile.

⁸ Unter hyperspektral versteht man in der Fernerkundung ein Sensorsystem, das Bilder von sehr vielen, eng beieinanderliegenden Wellenlängen aufzeichnen kann

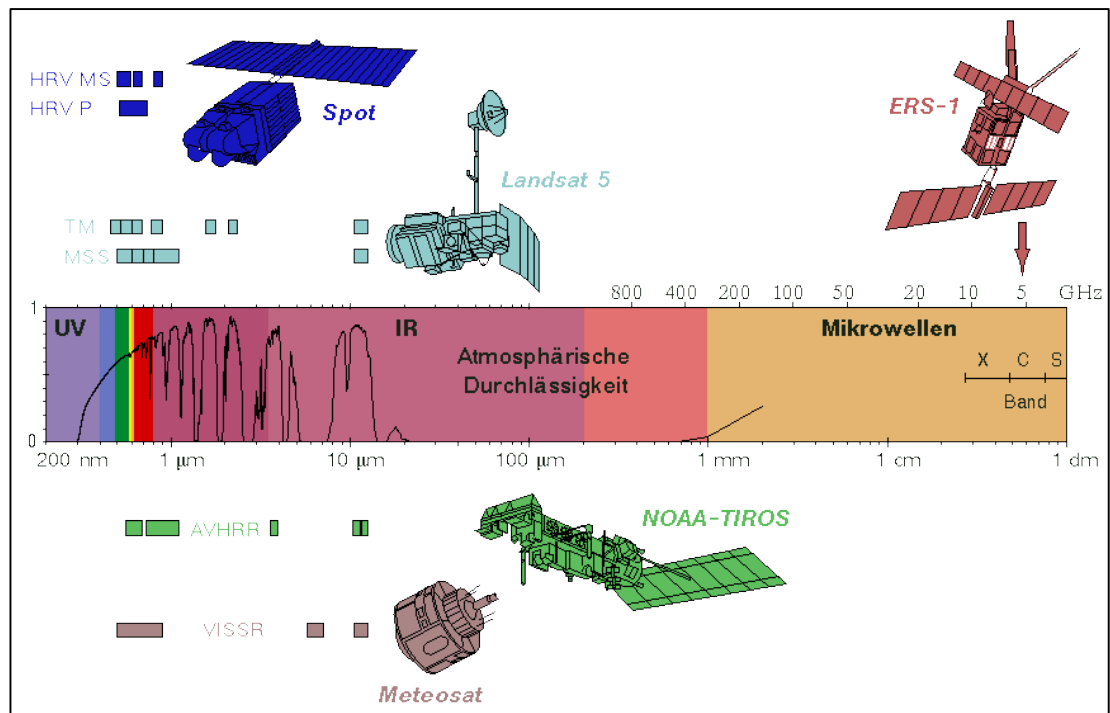


Abbildung 4: Die wichtigsten Satelliten und ihre Kanäle (Quelle: sat-geo.zum.de [01.04.16])

Die wichtigsten Satelliten und ihre Kanäle werden in Abbildung 4 oben dargestellt. Abbildung 4 zeigt den für die Fernerkundung relevanten Ausschnitt des elektromagnetischen Wellenlängenspektrums mit der atmosphärischen Durchlässigkeit und die in der Fernerkundung genutzten Spektralbereiche der einzelnen Satelliten. Die sogenannten Kanäle der Satelliten nutzen die atmosphärischen Fenster, d.h. sie messen die reflektierte Strahlung in den Bereichen des Spektrums, in denen die Durchlässigkeit der Atmosphäre besonders groß ist. Für jeden einzelnen Kanal ist ein spezifischer Sensor zuständig. Neben den Satelliten werden auch Flugzeuge, Raumschiffe und Raumstationen als Postamente für Fernerkundungssensoren verwendet. Bevor die Satellitenbilder mit einem Computerprogramm ausgewertet werden

⁹ Mikrowellenradiometer messen die thermische Ausstrahlung der Atmosphäre

¹⁰ Laseraltimeter dienen primär zur Vermessung des Oberflächenmodells eines Planeten oder Mondes

¹¹ Interferometrie ist eine weit genutzte Messmethode in der Physik, die auf der Überlagerung von Wellen in einem sogenannten Interferometer basiert und Informationen über die beteiligten Wellen liefert.

¹² Die Messbildkamera (oder Messkammer) ist eine Kamera mit geringen Abbildungsfehlern oder mit Fehlern, die sich durch Kalibrieren genau bestimmen und somit später in der Nachbearbeitung der Bilder korrigieren lassen.

können, müssen die Satellitendaten noch aufbereitet werden. In der thematischen Satellitenbilddauswertung macht man sich den Faktor zunutze, dass Objekte, wie Vegetation, Boden oder Wasser individuelle Reflexionseigenschaften aufweisen. Aus der Kombination unterschiedlicher Kanäle (Kanal-kombination) kann man beispielsweise den NDVI (= Normalized Difference Vegetation Index) berechnen, der den Biomassegehalt angibt und damit Aussagen über den Zustand der Vegetation (vgl. http://satgeo.zum.de/satgeo/methoden/physik_fernerkundung/sensoren/passive_sens.htm [01.04.16]). Die Bilddaten der Satelliten *Landsat* und *Terra-SAR-X*, und *RapidEye* dienen zur Grundlage des Lernmoduls in diesem Forschungsprojekt.

Die Informationen, die Luft- und Satellitenbilder bieten, lassen sich in vielfältiger Art und Weise nutzen. Die Abbildungen 5 unten zeigt die unterschiedlichen Einsatzbereiche von Fernerkundung. Diese kann für Kartographie, Geographie, Katastrophenvorsorge, Geologie und Geomorphologie, Bodenkunde und Altlastenerkundung, Forst- und Landwirtschaft, Tierkunde, regionale Planung, Siedlungen und technische Planung, Archäologie, Gewässerkunde und Ozeanographie, Meteorologie und Klimaforschungen, Planetenforschung, aber auch für militärische Zwecke eingesetzt werden (ALBERTZ, 2009, S. 173-226).

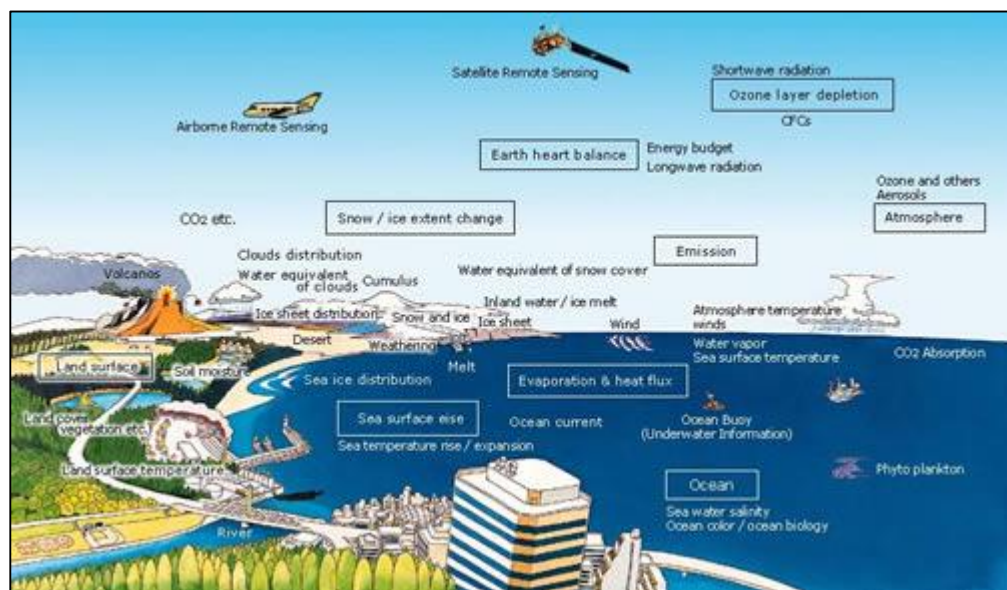


Abbildung 5: Einsatzbereiche von Fernerkundung (Quelle: fe-lexikon.info [01.04.16])

Die Erderkundungssatelliten LANDSAT sollen hier noch einmal genauer erläutert werden, da diese Satellitenreihe der NASA das kostenfreie Bildmaterial für das Lernmodul *Leben am Vulkan* u.a. lieferte.

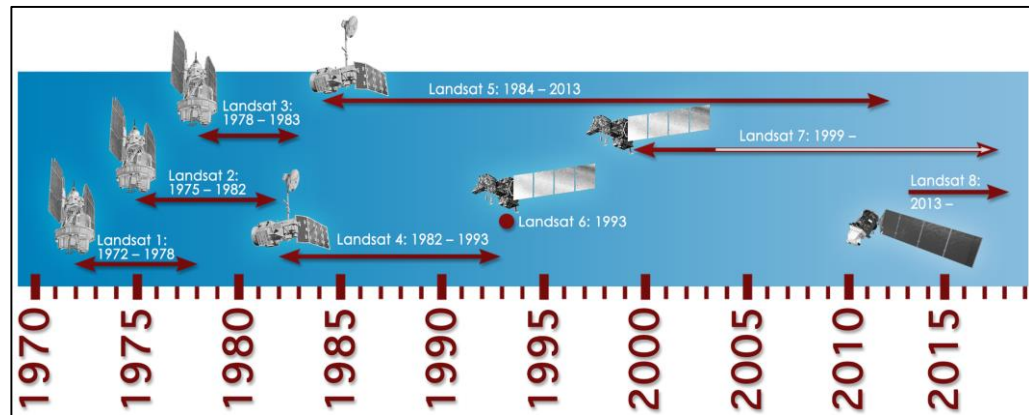


Abbildung 6: Zeitleiste des Landsat-Programms (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])

Das amerikanische Landsat-Programm (EOS = Earth Observing System) wurde 1972 mit Landsat 1 gestartet (siehe Abbildung 6). Die Satelliten sind mit optisch-mechanischen Scannern ausgestattet. Die Spektralbereiche sind für die Beobachtung der Landoberflächen ausgelegt. Für die systematische Aufnahme wurden kreisförmige, polnahe und sonnensynchrone Umlaufbahnen gewählt, von denen praktisch die ganze Erdoberfläche¹³ aufgenommen werden kann (ALBERTZ, 2009, S. 241).

	LANDSAT 1-3	LANDSAT 4,5	LANDSAT 7	LANDSAT 8
Abtast-System	Multispectral Scanner (MSS)	Thematic Mapper (TM)	Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	Operational Land Imager (OLI) und Thermal Infrared Sensor (TIRS)
Betrieb	seit 1972	seit 1982	seit 1999	seit 2013
Pixelgröße	79 × 79 m	30 × 30 m	30 × 30 m	30 × 30 m
Spektralkanäle	1 (4) 0,50–0,60 µm, Grün 2 (5) 0,60–0,70 µm, Rot 3 (6) 0,70–0,80 µm, nahes Infrarot 4 (7) 0,80–1,10 µm, nahes Infrarot	1 0,45–0,52 µm, Blau-Grün 2 0,52–0,60 µm, Grün 3 0,63–0,69 µm, Rot 4 0,76–0,90 µm, nahes Infrarot 5 1,55–1,75 µm, mittleres Infrarot 7 2,08–2,35 µm, mittleres Infrarot	1 0,45–0,52 µm, Blau-Grün 2 0,53–0,61 µm, Grün 3 0,63–0,69 µm, Rot 4 0,78–0,90 µm, nahes Infrarot 5 1,55–1,75 µm, mittleres Infrarot 7 2,09–2,35 µm, mittleres Infrarot	1 0,433–0,453 µm, Küste und Aerosol 2 0,450–0,515 µm, Blau 3 0,525–0,600 µm, Grün 4 0,630–0,680 µm, Rot 5 0,845–0,885 µm, nahes Infrarot 6 1,560–1,660 µm, mittleres Infrarot 7 2,100–2,300 µm, mittleres Infrarot 9 1,360–1,390 µm, Cirrus
Thermalkanal		6 10,4–12,5 µm (120 × 120 m)	6 10,4–12,5 µm (60 × 60 m)	10 10,30–11,30 µm (100 × 100 m) 11 11,50–12,50 µm (100 × 100 m)
Panchromatischer Kanal			8 0,52–0,90 µm (15 × 15 m)	8 0,500–0,680 µm (15 × 15 m)

Abbildung 7: Instrumente der Landsat-Serie 1-8 (Quelle: de.wikipedia.org [01.04.16])

¹³ Hinweis: Landsat 7 seit Ende 2003 mit deutlich verringerter Bildqualität, weil der Scan Line Corrector (SLC) ausfiel.

Abbildung 7 (oben) zeigt die verschiedenen Instrumente der Satelliten aus der Landsat-Serie 1-8. Landsat 8 weist dabei den neuesten Satelliten der Serie auf, der 2013 gestartet ist. Landsat 1 startete 1972 als Earth Resources Technology Satellite-1 (ERTS-1). Landsat 4,5 (1-3), seit 1972, weist lediglich vier Spektralkanäle (1 = grün, 2 = rot, 3 + 4 = nahes Infrarot) auf. Landsat 4,5, seit 1982, weist zusätzlich noch mittleres Infrarot (5+7) und einen Thermalkanal (6) auf. Landsat 1-5 sind mittlerweile außer Betrieb. Landsat 7 ging 1999 an den Start der Aufnahmen und kann 8 Kanäle aufweisen (1 = blau-grün, 2 = grün, 3 = rot, 4 = nahes Infrarot, 5+7 = mittleres Infrarot, 6 = Thermalkanal, 7 = Panchromatischer Kanal¹⁴). Landsat 8 ist seit 2013 in Betrieb. Er ist mit den Sensoren OLI¹⁵ und TIRS¹⁶ ausgestattet, die Bilder in verschiedenen Spektralbereichen des sichtbaren Lichts und Infrarots mit Pixelauflösungen von 15–100 m (am Objekt Erde) liefern. Der Satellit verfügt über 10 Sensoren (vgl. Abb. 7) zur passiven Aufnahme (Messung) der Erdoberfläche, darunter acht Spektralkanäle (1 = Küste und Aerosol, 2 = blau, 3 = grün, 4 = rot, 5 = nahes Infrarot, 6+7 = mittleres Infrarot, 9 = Cirrus), zwei Thermalkanäle (10+11) und einem panchromatischen Kanal (8).

Die Satelliten der Landsat-Serie umkreisen die Erde auf einer Bahn, die einen Winkel von circa 90° mit dem Äquator bildet (vgl. siehe Abbildung 8 unten). Mit Ausnahme der Polargebiete kann damit jeder Punkt der Erde überflogen werden. Die Satelliten erreichen dabei eine bestimmte geographische Breite immer zur gleichen Tageszeit (sonnensynchrone Satelliten). Die Landsat-Satelliten haben eine Umlaufzeit von 98 Minuten. Damit sind sie schneller als geostationäre Satelliten und fliegen dementsprechend tiefer (ca. 705 km). Dadurch verbessert sich auch die räumliche Auflösung (30x30 m ab Landsat 4,5). So sind auch kleine Objekte und Strukturen auf der Erdoberfläche erkennbar. Ein bedeutender Nachteil ist dabei, dass sonnensynchrone Satelliten immer nur einen kleinen Ausschnitt der Erdoberfläche erfassen können und deshalb den gleichen Punkt der Erde erst nach wenigen Tagen wieder abdecken können (GLASER, et al., 2010, S. 189-191).

¹⁴ Bezeichnung für die breitbandige spektrale Empfindlichkeit eines Sensors oder Filmmaterials

¹⁵ OLI = Operational Land Imager

¹⁶ TIRS = Thermal Infrared Sensor

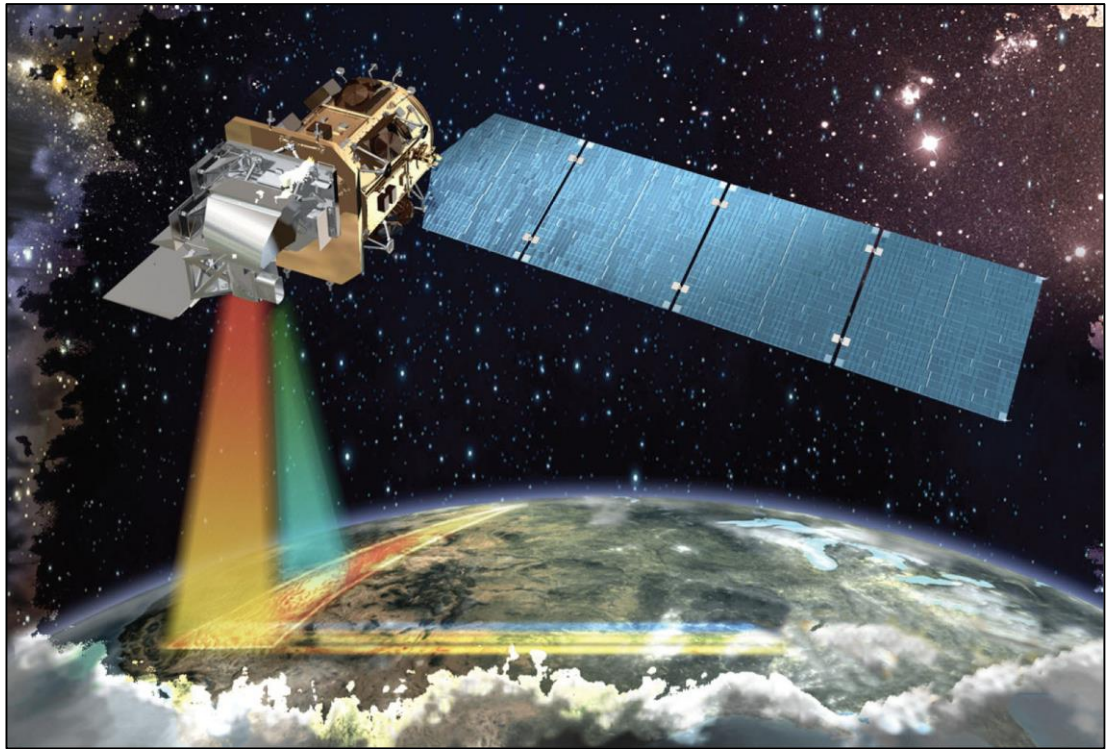


Abbildung 8: Prinzip von Landsat (Quelle: eijournal.com [02.04.16])

2.1.3 Satellitenbilder

Eine *Satellitenbildaufnahme* (*satellite image*) ist eine durch Fernerkundung gewonnene, bildhafte Darstellung der Erdoberfläche, die an die Bodenstationen übermittelt werden, um sie einer visuellen oder automatischen Interpretation zu unterziehen (LESER, et al., 2011, S. 800). Ein *Luftbild* (*aerial photograph, aerial view*) ist allgemein aus der Luft aufgenommene photographische Aufnahme von Teilen der Erdoberfläche und neben der Karte ein wichtiges Arbeitsinstrument der Geographie sowie der Geowissenschaften, Raumwissenschaften und Umweltwissenschaften. Luftbilder im engeren Sinne sind schwarzweiße oder farbige (Echt- und Falschfarben) Fotos in unterschiedlichen Maßstäben, die man in der Geographie auf verschiedene Sachverhalte hin auswerten kann, z.B. Boden, Vegetation, Landnutzung, Naturgefahren etc. Luftbilder im weiteren Sinne sind auch die sogenannten Satellitenbilder (Satellitenbildszene), die mittlerweile äquivalent den Luftbildern verwendet wird (LESER, et al., 2011, S. 534). Hier sollte aber unterschieden werden, dass ein *Luftbild* (*areal photo*) ein von einem Luftfahrzeug (Hubschrauber, Flugzeug, Ballon, Drohne), aufgenommenes analoges oder digitales Bild der Erdoberfläche darstellt (LESER, et al., 2011, S. 534), beispielsweise Bilder

aus Google Earth. Ein Satellitenbild wird dagegen von Satelliten oder Raumstationen aufgenommen, dabei befindet sich das Aufnahmegerät außerhalb der Erdatmosphäre, beispielsweise Satellitenbilder der NASA oder der LANDSAT-Reihe. LESER definiert eine *Satellitenbildszene* (*satellite photograph, satellite aerial view*) als eine aus großer Höhe von einer Satellitenplattform aus genommene „Aufnahme“, die teils photographisch, teils Daten, die durch Bearbeitung als „Satellitenbild“ sichtbar gemacht werden, von Teilen der Erdoberfläche. Die bei der Datengewinnung mittlerweile erreichte hohe Datenauflösung erlaubt den Anwendern ein fast punktgenaues Arbeiten in verschiedensten Maßstäben (LESER, et al., 2011, S. 800). Zusammenfassend kann man sagen, dass *Luft- und Satellitenbilder* bildhafte Momentaufnahmen von Ausschnitten der Erdoberfläche, die von Flugzeigen (folglich Luftbilder) oder aus dem Weltall (folglich Satellitenbilder) aufgenommen werden (PINGOLD, 2013, S. 183).

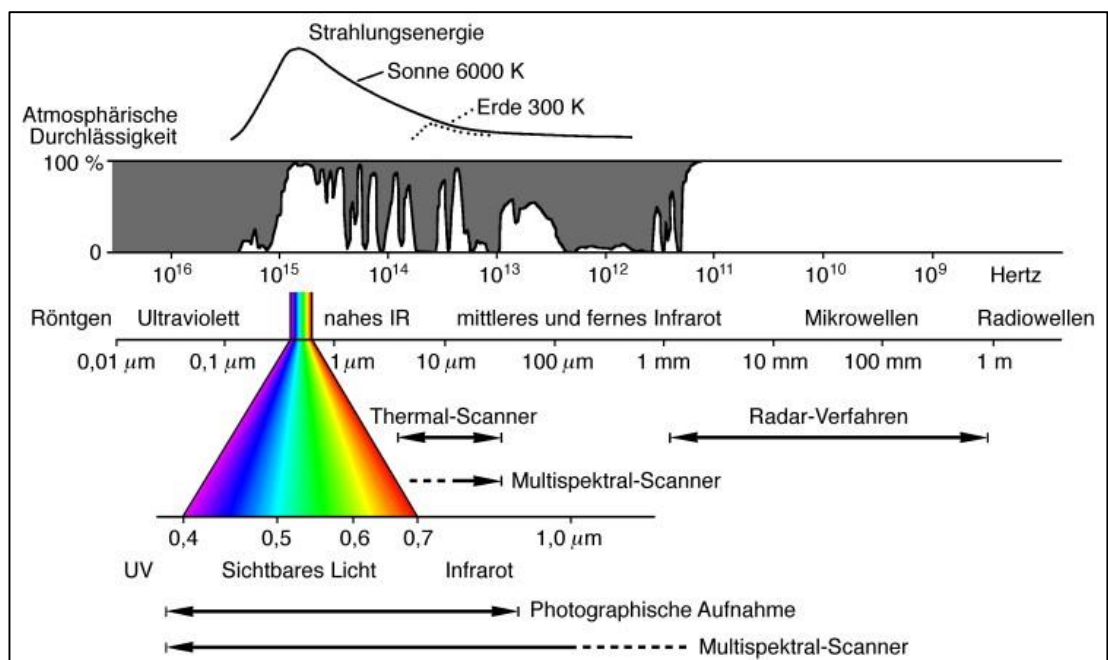


Abbildung 9: Das elektromagnetische Spektrum und die Bereiche verschiedener Sensoren (Quelle: ALBERTZ 2009, S. 11)

Satellitenbilder sind tatsächliche Aufnahmen der Erdoberfläche, die sich nach verschiedenen Kriterien unterscheiden lassen (vgl. PINGOLD, 2013, S. 183f.):

- Nach der räumlichen Auflösung, d.h. Satellitenbilder zeigen meistens größere Ausschnitte der Erde und besitzen daher häufig eine gröbere räumliche Auflösung. Dabei deckt ein Bildpunkt eine größere Fläche

am Boden ab. Luftbilder zeigen dagegen nur kleine Ausschnitte der Erdoberfläche und besitzen daher meistens eine sehr hohe und feine räumliche Auflösung.

- Nach dem Aufnahmewinkel, d.h. Senkrecht- oder Schrägluftbilder, die vor allem bei Luftbildern relevant sind.
- Nach der Art der elektromagnetischen Strahlung (vgl. Abb. 9), die das Aufnahmegerät erfasst und dem damit verbundenen Realitätscharakter der Farbdarstellung.

Die elektromagnetische Strahlung ist eine Art der Energieausbreitung. Sie wird in aller Regel als Wellenstrahlung aufgefasst, d.h. als ein sich periodisch änderndes elektromagnetisches Feld, das sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Die Gesamtheit der vorkommenden Wellenlängen bei der elektromagnetischen Strahlung wird im elektromagnetischen Spektrum in Abbildung 9 oben dargestellt. Das gesamte Spektrum wird nach Art und Wirkung der Strahlung in unterschiedliche Bereiche eingeteilt, die jedoch ohne klare Grenzen ineinander übergehen und sich teilweise sogar überlappen. Am ehesten ist man mit dem sichtbaren Licht vertraut, das zwischen 400 und 700nm Wellenlänge verläuft. Betrachten man die Abbildung oben, fällt sofort auf, dass dies ein sehr kleiner Ausschnitt des gesamten elektromagnetischen Spektrums darstellt. Nach den kurzen Wellenlängen schließt sich das nahe und anschließend das Ultraviolett an, noch weiter dann die Röntgenstrahlen, die Gammastrahlen und die sehr kurzwellige kosmische Strahlung. Auf der langwelligen Seite sieht man das sichtbare Licht und weiter die Infrarotstrahlung, die wiederum in nahes Infrarot (bis ca. 1µm), mittleres Infrarot (ca. 1 bis 7µm) und das ferne Infrarot¹⁷ (ab ca. 7µm). Danach folgen die Mikrowellen (bei 1mm bis 1m) und schließlich die Radiowellen. Die Fernerkundung nutzt allerdings nicht alle Wellenlängenbereiche, sondern nur den Teil zwischen dem nahen Ultraviolett, mittleren Infrarot und den Mikrowellenbereich (ALBERTZ, 2009, S. 10-11).

Jeder Körper befindet sich durch elektromagnetische Strahlung in Wechselwirkung mit seiner Umgebung. Die Strahlung wirkt von dort auf ihn ein und der Körper gibt Strahlung an die Umgebung ab. Die gesamte Fernerkundung

¹⁷ Thermalstrahlung

beruht auf den objekt- und materialspezifischen Eigenschaften dieser Wechselwirkung (ALBERTZ, 2009, S. 12). Die elektromagnetische Strahlung, welche auf den Körper trifft, wird zum Teil an seiner Oberfläche reflektiert und zum Teil von ihm absorbiert (siehe Abb. 10). Ein weiterer Teil durchdringt den Körper (ALBERTZ, 2009, S. 12). Jedes Objekt hat dabei einen eigenen spektralen „Fingerabdruck“, der die Basis für die Identifizierung und Klassifizierung bildet. Weiße Objekte reflektieren die elektromagnetische Strahlung überwiegend, während schwarze Objekte die Strahlung zum größten Teil absorbieren und in Wärmeenergie umwandeln. Deshalb ist es im Sommer besonders warm, wenn man z.B. ein schwarzes T-Shirt trägt.

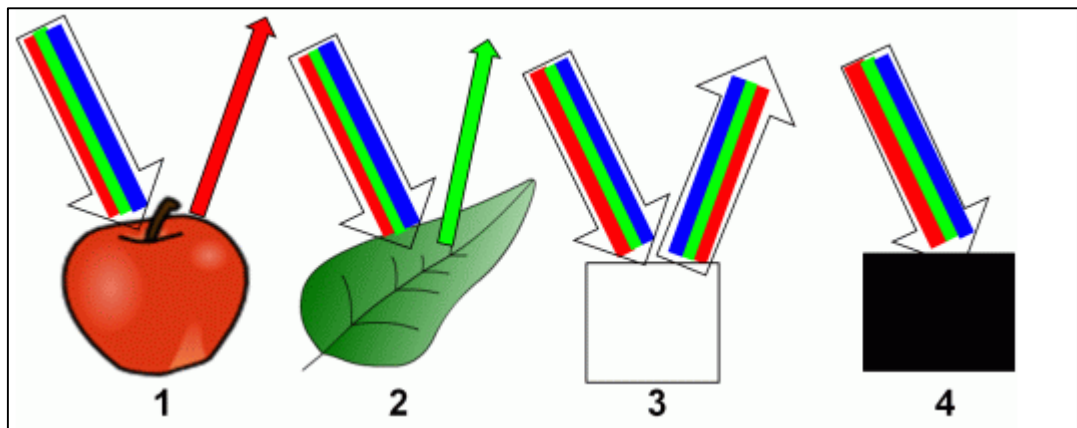


Abbildung 10: Entstehung von Farbe (Quelle: blif.de [02.04.16])

Die heutigen Satellitenbilder werden ausschließlich digital aufgenommen und gespeichert. Wie viele Informationen in ihnen enthalten sind bzw. wie groß ihre Auflösung ist, wird durch die Anzahl und Größe der Bildpunkte (Pixel) bestimmt, die das Bild aufbauen. Die Größe der Pixel verhindert, dass unendlich in ein digitales Bild hineingezoomt werden kann. Jedes digitale Bild ist folglich ein vereinfachtes Abbild der Umgebung. Die Sensoren eines Fernerkundungssatelliten befinden sich auf einem elektronischen Chip. Die Anzahl der Bildzellen und die Pixelzahl pro Zeile legen die maximale Auflösung fest. Abhängig von der Optik und der Flughöhe des Satelliten bildet ein Pixel eine bestimmte Fläche auf dem Erdboden ab. Die Pixel der Landsat-Satelliten überdecken hierbei 30 x 30 m. Die optischen Filtereinrichtungen der Kamera sorgen dafür, dass das Licht in Spektralkanäle zerlegt und separat gespeichert wird. Für Satellitenbilder gilt dabei, dass jeder Pixel in jedem Kanal separat abgespeichert wird. Jeder Pixel erhält pro Kanal einen Grau-

stufenwert zugewiesen und die Position der Pixel muss dabei in jedem Kanal exakt identisch sein. Während der Satellit fliegt, nimmt er einen kontinuierlichen Datenstrom auf (siehe Abbildung 11). Im Nachhinein werden die Satellitenbildkacheln daraus berechnet und verschiedene Korrekturberechnungen durchgeführt. Das Satellitenbild steht am Ende für Auswertungen zur Verfügung (vgl. GIS-Station).

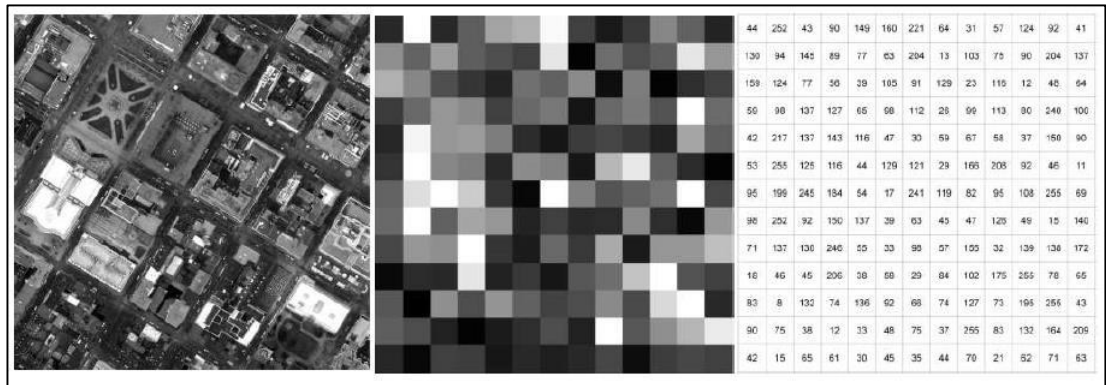


Abbildung 11: Das Pixelprinzip (Quelle: GIS-Station)

Die dabei pro Kanal aufgenommenen Satellitenbildern sind grau. Damit lässt sich nur sehr schwer die abgebildete Szene wiedererkennen. Erst durch den Einsatz von Computerprogrammen wird dem Graustufenbild Farbe hinzugefügt, indem drei Kanäle den RGB-Farben zugewiesen werden (vgl. GIS-Station).

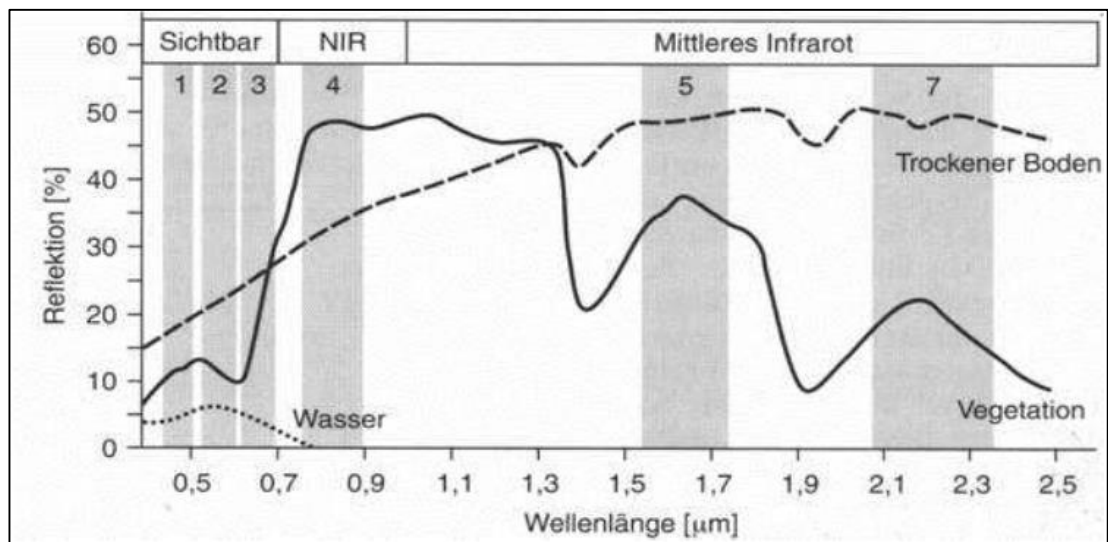


Abbildung 12: Spektraler Fingerabdruck (Quelle: GIS-Station)

Satelliten nehmen Teile der Erdoberfläche bzw. die gesamte Erde mit Hilfe eines Scanners auf. Dabei wird die Information, die als reflektierte Strahlung

von der Erdoberfläche ausgeht, weiterverarbeitet. Die Bilder, die mit einem Satelliten aufgenommen wurden und zur Erde übermittelt werden, bestehen grundsätzlich aus mehreren Bildern, den sogenannten Kanälen. Das menschliche Auge kann lediglich das sichtbare Licht (ca. 400-700nm) wahrnehmen, Satelliten dagegen können ein weitaus breiteres Lichtspektrum wahrnehmen. Landsat 8 kann z.B. elf verschiedene Wellenlängenbereiche aufnehmen, vom sichtbaren Licht über das nahe bis zum mittleren Infrarot. Jede Oberfläche reflektiert aufgrund ihrer Farbe und Form völlig unterschiedlich. Dadurch ergibt sich für jedes Objekt auf der Erde ein einzigartiger „spektraler Fingerabdruck“ (siehe Abbildung 12). Vegetation reflektiert beispielsweise sehr stark im nahen bis mittleren Infrarot zwischen 700 und 1300 nm. Trockener Boden erreicht die höchste Reflexion im mittleren Infrarotbereich ab ca. 1500 nm. Wasser reflektiert eine sehr geringe Strahlung und diese überwiegend im sichtbaren Bereich zwischen 500 und 600nm (vgl. GIS-Station).

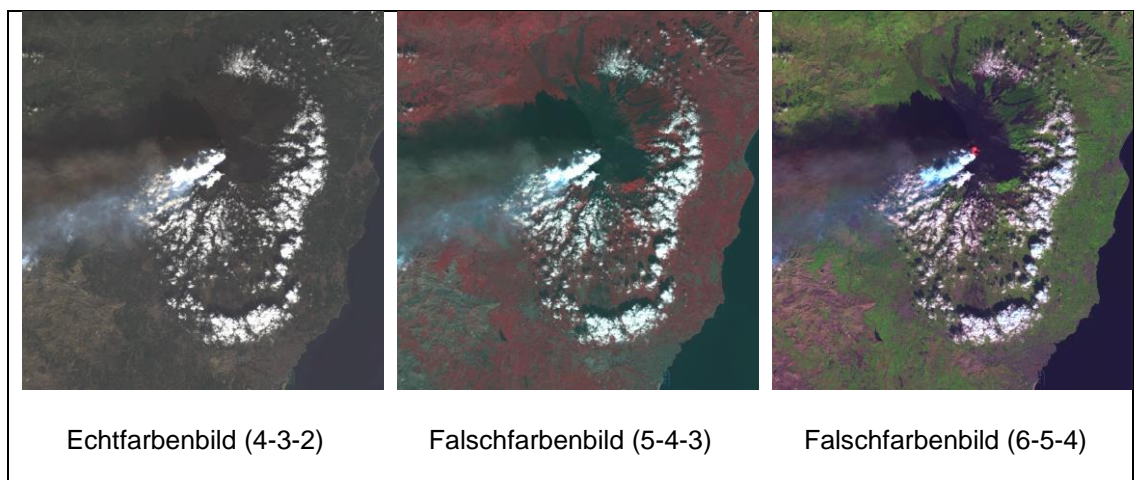


Abbildung 13: Kanalkombinationen Landsat 8 am Beispiel des Ätna-Ausbruchs 2013 (Quelle: BLIF)

Mit Hilfe der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB), die den einzelnen Kanälen zugeordnet werden, lassen sich verschiedene Informationen ablesen (vgl. Abb. 13). Wird dem Kanal 4 die Farbe Rot zugewiesen, Kanal 3 Grün und Kanal 2 Blau, ergibt sich ein Bild, das unserer menschlichen Wahrnehmung entspricht (Echtfarbenbild). Werden die Kanäle 6, 5 und 4 den Farben RGB zugeordnet, so ergibt sich ein Bild, indem grüne Vegetation grün erscheint, der Farbbereich des mittleren Infrarots aber Schäden an der Vegetation erkennen lässt (Falschfarbenbild). Bei der Anzeige einer Kanalkombi-

nation von 5,4,3 (Falschfarbenbild) wird die Vegetation rot dargestellt. Nadelwälder werden in einem wesentlich dunkleren Rotton wiedergegeben als Laubwälder. Straßen und Wasserflächen können gut unterschieden werden (vgl. GIS-Station).

2.1.4 Fernerkundungsdidaktik

Die Fernerkundungsdidaktik ist ein Forschungsfeld, das in den letzten Jahren erheblich an Interesse gewonnen hat. Zahlreiche Studien zeigen dies, darunter u.a. „Satellitenbilder im Unterricht“ (SIEGMUND A. , 2011), „Blickpunkt Fernerkundung (BLIF)“ (FRÖDERT, 2011), „Die Satellitenbild-Lesekompetenz“ (KOLLAR, 2012) oder auch „Die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung“ (DITTER, 2013). Die Fernerkundungsdidaktik ist dabei der Versuch, die Fernerkundung in die Schulen zu bringen. Dabei kann es sich um die Einbindung von Fernerkundungsdaten (Satellitenbilder/Luftbilder etc.) als didaktisches Hilfsmittel handeln (vgl. <http://www.fis.uni-bonn.de/> [09.04.16]). Die „Satellitenbild-Lesekompetenz“ ist „die Fähigkeit, wesentliche Elemente in Satellitenbildern der Erdoberfläche (Echt- und Falschfarben-Satellitenbilder) zu erkennen, ihre Bezeichnungen zueinander zu beschreiben sowie den Aussagewert (Potenziale und Grenzen) von Satellitenbildern zu erkennen und zu beurteilen“. (KOLLAR, 2013, S. 241).

Satellitenbilder lassen sich als reines Begleitmedium einsetzen, aber auch als eigenen Unterrichtsgegenstand. Durch die Verwendung von Satellitenbildern als reines Begleitmedium lassen sich viele Fragestellungen im Unterricht veranschaulichen und vertiefen. Die Satellitenbilder zeichnen sich heutzutage durch eine sehr hohe Zugänglichkeit (z.B. Google Earth) und Aktualität aus. Die Satellitenbildperspektive wird dadurch im Unterricht zum „Dritten Auge“. Was auch immer aktuell im Unterricht besprochen wird, der Blick auf die aktuelle Region oder das besprochene Phänomen aus dem Weltall eröffnet eine völlig neue Perspektive. Ebenso können Sequenzen mit der Satellitenbildperspektive dabei helfen, den Unterricht zu gliedern, Abwechslung zu fördern und eine eindeutige Nachfrage der Schülerinnen und Schüler abzudecken. Die Interpretationsmöglichkeiten der Satellitenbilder sind dabei nahezu unbegrenzt. Jedoch ist eine Einführung in die Methodik und die Potenziale der Fernerkundungsdidaktik für Lehrerinnen und Lehrer, aber auch für

Schülerinnen und Schüler sinnvoll (WÜTHRICH, 2013, S. 161). Die Einführung in die Fernerkundung stellt jedoch ein eigenes Unterrichtsthema dar, um Grundlagen der Bildentstehung, Verwendung von Luft- und Satellitenbildern und die Analyse und Auswertung von Satellitenbildern, zu erlernen und zu erproben. Digitale Globen (z.B. Google Earth oder Diercke Globus Online) bieten unzählige Möglichkeiten, thematische Karten mit Satellitenbildern zu kombinieren. Diese können überlagert werden und so in einfacher Art und Weise miteinander verglichen werden (WÜTHRICH, 2013, S. 162-164). Das Online-Portal FIS (Fernerkundung in Schulen) bietet hierfür sehr anschauliche Materialien und Grundlagen der Fernerkundungsdidaktik, die kostenlos zur Verfügung gestellt werden (vgl. <http://www.fis.uni-bonn.de/> [09.04.16]). Beim Einsatz von Satellitenbildern kann es dann zu Problemen kommen, wenn die Lehrkraft aktiv und selbstbestimmt den Computer betätigt, während die Schülerinnen und Schüler im Klassenzimmer sitzen und sich gedanklich in den Bereichen bewegen, welche die Lehrkraft vorgibt. Hierbei kann ein interaktives Whiteboard für eine höhere Schüleraktivierung sorgen (WÜTHRICH, 2013, S. 164). Wenn der Unterricht schülerorientiert durchgeführt werden soll und die Schülerinnen und Schüler somit geeignete Satellitenbilder selbst suchen und diese selbstständig am Computer bearbeiten sollen, kann die kostenfreie webbasierte Lernsoftware BLIF¹⁸ (Blickpunkt Fernerkundung) ein sehr empfehlenswerter Anhaltspunkt sein (vgl. www.blif.de [09.04.16]).

Die Arbeit mit Satellitenbildern im Unterricht kann nach SIEGMUND als ein aufeinander aufbauendes dreischrittiges System (vgl. Abb. 14) angesehen werden, das individuell an Alter, Geschlecht, Interesse und den bereits vorhandenen Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler angepasst wird (SIEGMUND A. , 2011, S. 157). „Die MIT-Methode [Medium-Inhalt-Technologie, T.G.] dient dabei als konzeptionelles Modell zur Förderung des Satellitenbildzugangs“ (ebd.). Am Anfang steht dabei der „Perspektivenwechsel“, da die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein müssen, die eigene Perspektive in die Vogelperspektive (Draufsicht) zu übertragen. Erst

¹⁸ Die Lernsoftware BLIF wird in Kapitel 3 „Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes“ genauer erläutert

wenn dieser „Perspektivenwechsel“ vollzogen ist, kann eine Bildbearbeitung stattfinden. Als „Spitze des Eisberges“ kann das Interpretieren des Satellitenbildes eingestuft werden. Neben der Interpretation von Satellitenbildern, kann auch die Funktionsweise eines Satelliten im Vordergrund des Unterrichts stehen. Der Unterricht kann dabei fächerübergreifend und im Hinblick auf das Interesse, Geschlecht, Alter und die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler gestaltet werden. (SIEGMUND A. , 2011, S. 157f.).

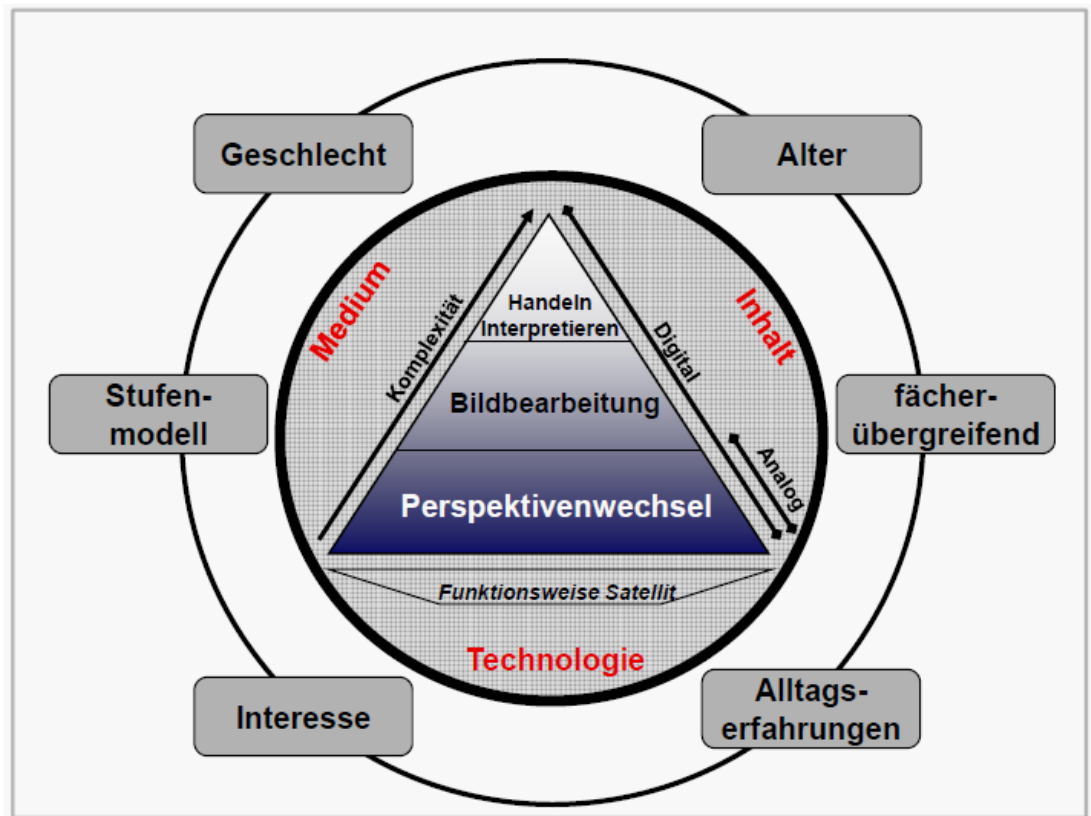


Abbildung 14: Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption
(Quelle: SIEGMUND 2011, S. 158)

Durch den Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht kann sich ein didaktischer Mehrwert ableiten, da moderne Technologien auf konstruktivistische Lernprozesse treffen. Ein individuelles Lerntempo kann durch die digitale Bearbeitung von Satellitenbilddaten gewährleistet werden. Dabei arbeiten die Schülerinnen und Schüler handlungs- und problemorientiert, da sie sich mit einem bestimmten „Problem“, z.B. Naturkatastrophen auseinandersetzen. Die Satellitenbilder sind ebenso anschaulich wie aktuell, da sie jederzeit durch das Internet (Google Earth, USGS) beschafft werden können. Dadurch

wirken Satellitenbilder authentischer als reines analoges, meist veraltetes Kartenmaterial (vgl. Abb. 15).

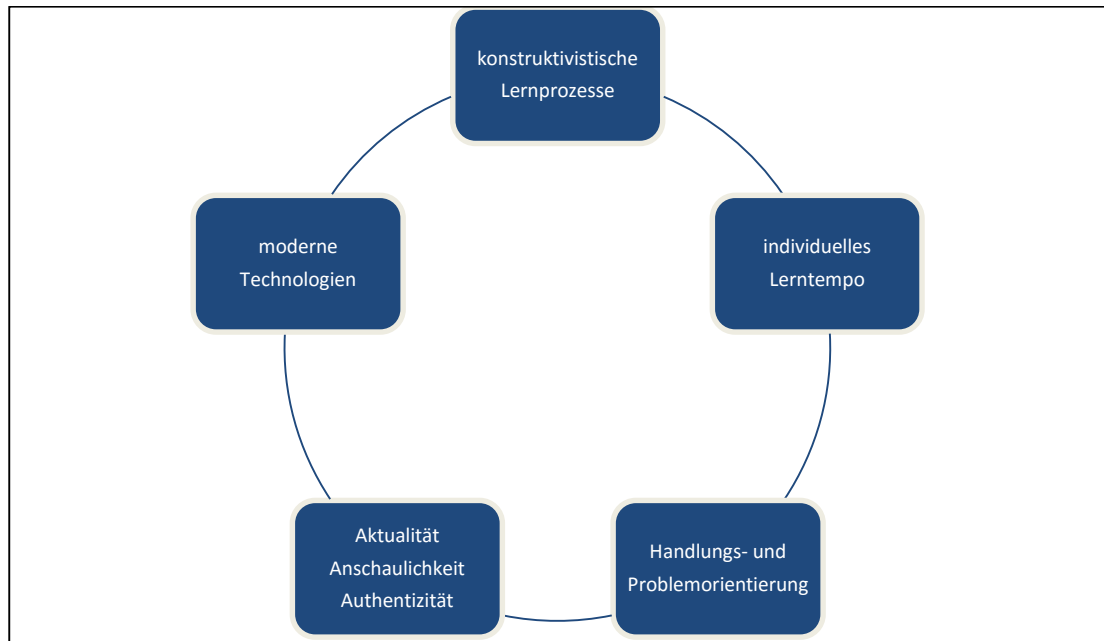


Abbildung 15: Didaktischer Mehrwert von Satellitenbildern im Unterricht
(Quelle: eigene Darstellung nach DITTER)

Durch den „Blick von oben“ wird die gewohnte Blickbegrenzung des Horizonts aufgehoben. Man gewinnt einen Gesamtüberblick, bei dem kein Objekt das andere verdeckt. Durch den Einsatz eines Satellitenbildes im Unterricht werden erdräumliche Strukturen und Zusammenhänge bildhaft erkennbar und die den Raum prägenden Objekte werden in ihrer Größenordnung objektiviert. Die Satelliten liefern Informationen in den Spektralbereichen des sichtbaren Lichts und der unsichtbaren Strahlung. Ebenso liefern sie ohne Unterbrechung systematisch objektive Informationen, die nur durch die technische Ausrüstung eine thematische Beschränkung und objektive Generalisierung erfahren. Folglich sind auch sie eine Interpretation der Wirklichkeit. Im Gegensatz zur Karte dokumentieren Satellitenbilder die Dynamik der Raum prägenden Prozesse, da die Erdräume in wiederkehrenden Abständen erfasst werden und dadurch zeitliche und räumliche Vergleichsmöglichkeiten erlauben. Während die Karte den Raum als einen „durchschnittlichen Zustand“ zeigt, wird im Satellitenbild eine Momentaufnahme dargestellt. Satellitenbilder sind im Gegensatz zur Karte ohne Schrift, Signaturen oder Symbole versehen. Für verschiedene Zwecke können Satellitenkarten erstellt werden,

die somit die Vorzüge von Karte und Satellitenbild vereinen. Satellitenbilder können auch für Schülerinnen und Schüler ein Schlüssel zum Verständnis der Erde als ein geschlossenes ökologisches System, als ein lebendiger Organismus, in dessen Substanz einzugreifen nicht ohne globale Folgen möglich ist, sein (BRUCKER, 2012, S. 178).

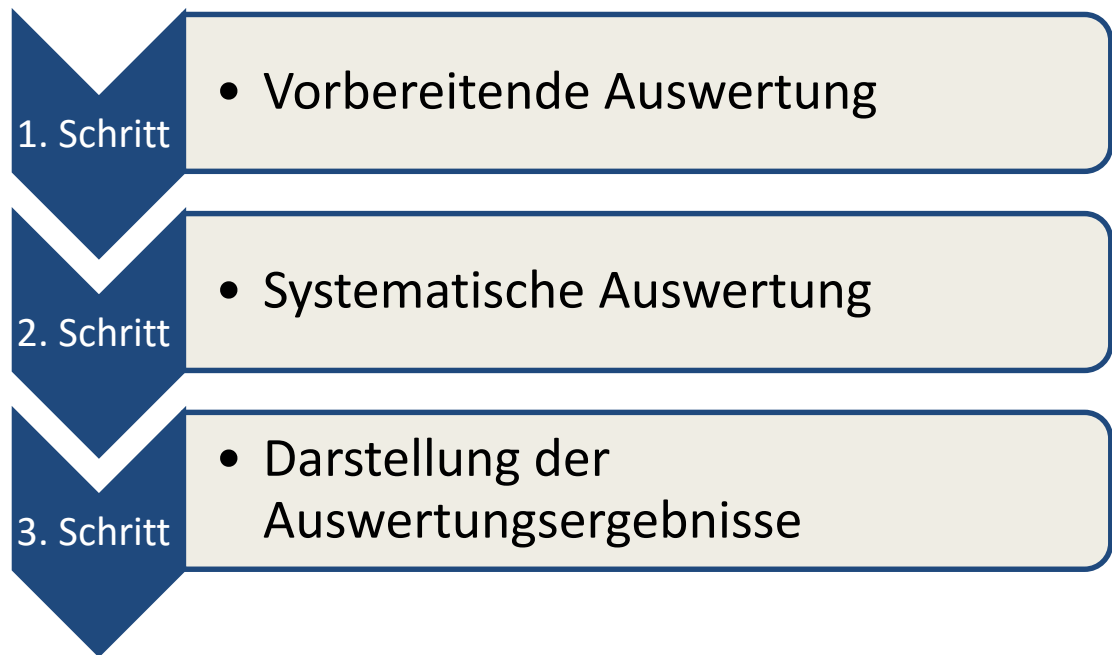


Abbildung 16: Schritte bei der Auswertung von Satellitenbildern im Unterricht
(Quelle: eigene Darstellung nach BRUCKER 2012, S. 179)

Abbildung 16 zeigt mögliche Schritte bei der Auswertung von Satellitenbildern im Unterricht. Der erste Schritt wäre demnach die vorbereitende Auswertung des Satellitenbildes, d.h. zunächst muss das Bild lokalisiert werden (geographische Verortung). Anschließend wird die Bildart geklärt (Feststellung der technischen Bildeigenschaften, spektrale Auflösung, Farbgebung, Kanalkombinationen, Falschfarben lesen lernen). Ist dies geschehen wird das Bildrelief genauer untersucht (das Gelände, das auf dem Satellitenbild sichtbar ist über Schatten). Der Bildmaßstab legt die Größenverhältnisse fest, denn nur wenn die Größe einzelner Bildobjekte bekannt ist, können diese auch identifiziert werden (Vergleich mit Karte). Der Bildzeitpunkt sollte hier auch berücksichtigt werden, um Landnutzung und Vegetation, aber auch Vereisung und Schneebedeckung mit dem jahreszeitlichen Wechsel zu begründen, damit Fehlinterpretationen vermieden werden können (Aufnahmezeitpunkt des Satellitenbildes). Im zweiten Schritt folgt dann die systemati-

sche Auswertung, wo einzelne Objekte beschrieben und identifiziert werden. Durch die Erfassung der beschriebenen Bildobjekte wird der Bildinhalt erfasst und geordnet. Die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Objekten können herausgearbeitet werden, wodurch der Bildinhalt gedeutet wird (Grob- und Feingliederung). Der Bildinhalt kann beurteilt werden, unter Einbeziehung weiterer Medien. Somit wird das Bild in einen größeren thematischen Rahmen gestellt. Im dritten Schritt werden die Auswertungsergebnisse dargestellt. Dabei können die Ergebnisse in einem Kurzreferat verbalisiert werden oder schriftlich festgehalten werden. Die Präsentation sollte zusammen mit dem Satellitenbild und evtl. Kartenmaterial erfolgen. Als Ergebnis kann auch eine thematische Karte oder eine Klassifikation des Satellitenbildes hilfreich sein (BRUCKER, 2012, S. 179).

2.2 Aktueller Forschungsstand und daraus resultierende Forschungsfragen

In Kapitel 2.1 wurde der theoretische Hintergrund mit den zentralen Begrifflichkeiten erläutert, die unmittelbar die vorliegende Arbeit betreffen. In diesem Unterkapitel wird der aktuelle Forschungsstand dargestellt, aus dem sich die Forschungsfragen der Thesis ergeben haben. Diese Fragen werden am Ende des Kapitels ausformuliert und definiert.

2.2.1 Überblick über den Forschungsstand

Digitale Geomedien haben mittlerweile in vielen Anwendungsbereichen des täglichen Lebens Einzug erhalten. Dies geschieht oft unerkannt und unbewusst: Ob das Satellitenbild in der Wettervorhersage oder Smartphones mit GPS-gestützten Apps. Die Spanne ist fast unüberschaubar breit. Genauso groß ist aber auch das Potenzial digitaler Geomedien für einen zeitgemäßen Geographieunterricht, die dem Fach als geomediale „core science“ auch einen zusätzlichen gesellschaftlichen Bedeutungsschub in einer global digitalisierten Welt verleihen (MICHEL, SIEGMUND, & VOLZ, 2011, S. 4-11). Neue Medien, wie Computer und Internet sind aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler nicht mehr wegzudenken. Heute verbringen sie ca. 138 Minuten täglich im Internet (vgl. JIM-Studie). Im Rahmen der PISA-Studie 2009 wurde deutlich, dass neue Medien als sozioökonomischer und kultureller Faktor der häuslichen Umgebung die individuellen Voraussetzungen, den Lernprozess

und die Lernleistung von Schülerinnen und Schülern maßgeblich beeinflussen (KLIEME, et al., 2010). Die positiven Voraussetzungen für einen gewinnbringenden Einsatz digitaler Geomedien belegen auch schulische Studien, nach denen ihr Einsatz bei einem Großteil der Jugendlichen mit hoher Motivation und Interesse verbunden ist (SIEGMUND A. , 2011). Durch die immer wachsende Bedeutung digitaler Geomedien in unserem Alltag kommen Schülerinnen und Schüler immer früher mit der Satellitenbildtechnologie in Berührung. Über das Arbeiten mit Satellitenbildern können viele Fragestellungen, die in den aktuellen Bildungsplänen des Faches Geographie aufgeführt sind, problemorientiert im Unterricht behandelt werden. Darüber hinaus zeichnen sich Satellitenbilder im Vergleich zu anderen Medien durch eine hohe Anschaulichkeit und Aktualität aus und können vielfältige methodische Kompetenzen fördern. Daher lohnt es sich, die Möglichkeiten der Satellitenfernerkundung gewinnbringend für den Geographieunterricht zu nutzen (Voss, 2011, S. 14-16). Sowohl national, als auch international mangelt es jedoch bislang an fundierten und ganzheitlichen Konzepten zur Integration der Fernerkundung in der Schule. Zwar finden sich überschaubare Unterrichtseinheiten zur Fernerkundung (vgl. Praxis Geographie, Geographie und Schule, Geographie heute etc.), allerdings liegt dabei der Schwerpunkt meist auf einer Beschreibung der physikalischen Grundlagen der Fernerkundungsdidaktik (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 214ff.). Einen ersten didaktisch reduzierten Zugang in das Feld der Fernerkundung bietet das interaktive Lernspiel SILC¹⁹ (KOLLAR, 2012). Die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) ermöglicht es, Schülerinnen und Schülern ab der Sekundarstufe I, Satellitenbilder selbstständig zu importieren, zu bearbeiten und zu klassifizieren (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 214ff.).

Digitale Geomedien sind in der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Das GPS-Gerät ist mittlerweile nichts Besonderes mehr, da praktisch jedes Smartphone einen eingebauten GPS-Empfänger besitzt. Was vor wenigen Jahren noch eine Besonderheit war, ist heute vorausgesetzter Standard, um

¹⁹ Satellite Image Learning Centre (abrufbar unter <http://www01.ph-heidelberg.de/wp/kollar/> [10.04.16])

seinen Standort mit Hilfe des Smartphones bestimmen zu können. Praktisch jede App nutzt die Standortbestimmung des Handys, sei es der DB Navigator, Wetter-Apps, Google Maps, die Navigationsfunktion, Google Earth, Facebook, WhatsApp, der unbewusst gespeicherte Standortverlauf von Google, selbst Dating-Apps wie Tinder und Co. greifen auf den Standort via WLAN, Mobilfunknetz und GPS zu. Allein durch diesen Einsatz sind digitale Geomedien im alltäglichen Leben, aber auch in Wirtschaft, Verwaltung und Forschung nicht mehr wegzudenken (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 214f.).

Durch die Erfindung des Computers in den 1940er Jahren wurde die digitale Revolution der Menschheit ausgelöst. Die weitere Entwicklung verlief höchst rasant: Im Jahr 1967 wurde der Taschenrechner entwickelt, 1970 wurde der Personal Computer (PC) für die breite Masse zugänglich und einigermaßen bezahlbar. Durch die Computertechnik konnte bereits Ende der 1950er Jahre die Entwicklung des heutigen Geographischen Informationssystems (GIS) beginnen, ebenso wie die Herstellung digitaler Satellitenbilder. Im Jahr 1980 kam das Global Positioning System (GPS) hinzu, sowie die Speicherung großer Datenmengen auf Compact Disc (CD), später dann Digital Versatile Disc²⁰ (DVD) und nicht zu vergessen das World Wide Web (Internet). Das Navigationssystem wurde zunächst ausschließlich für militärische Zwecke durch das US Militär entwickelt und eingesetzt. Das „GPS-Störsignal“ wurde erst im Mai 2000 abgeschaltet, sodass es für die Zivildnutzung freigegeben war. Nur dadurch ist es uns heute möglich, auf wenige Meter genau mit dem Auto oder dem Smartphone zu navigieren. Im Jahr 2009 wurden alle LANDSAT-Satellitenbilddaten freigegeben, seitdem stehen uns weltweite atemberaubende Satellitenbilder kostenfrei durch die NASA zur Verfügung (MICHEL, SIEGMUND, & VOLZ, 2011, S. 4f.). All diese Meilensteine der technischen Entwicklung erscheinen für den Menschen in der heutigen Zeit selbstverständlich und alltäglich. Durch das Internet und zugehörige Datenflatrates wurden traditionelle Kommunikationsformen durch technische Neuheiten wie Web 2.0 (z.B. Chat, ICQ; Facebook, Skype, WhatsApp) ersetzt. Wer früher noch beim Nachbarn anrufen oder gar persönlich vorbeischauen musste, kann

²⁰ engl. für digitale vielseitige Scheibe

heute bequem Anfragen per Smartphone oder Tablet stellen. Auch die E-Mail ersetzt mehr und mehr das klassische Briefformat. Auch durch Suchmaschinen wie z.B. Google sind sämtliche Informationen aus dem Internet theoretisch für die ganze Welt zugänglich. Der mühselige Gang in die Bibliothek kann somit entfallen, wenn die passende Literatur als E-Book via PC, Tablet oder gar Smartphone abrufbar ist (MICHEL, SIEGMUND, & VOLZ, 2011, S. 4-5). Am 07. April 2016 gab die NASA ebenfalls bekannt, dass ab sofort auch alle Satellitenbilder der Terra-Reihe (vgl. dazu z.B. Abb. 17) kostenfrei zur Verfügung stehen. Das erweitert das Bilderspektrum um ca. 3 Millionen Aufnahmen, die seit 2000 in hochauflösender Form aufgenommen wurden (vgl. http://www.chip.de/news/NASA-gibt-3-Millionen-Luftbilder-frei-Aster-Satelliten-Bilder-ab-sofort-kostenlos_92049127.html [10.04.16]).

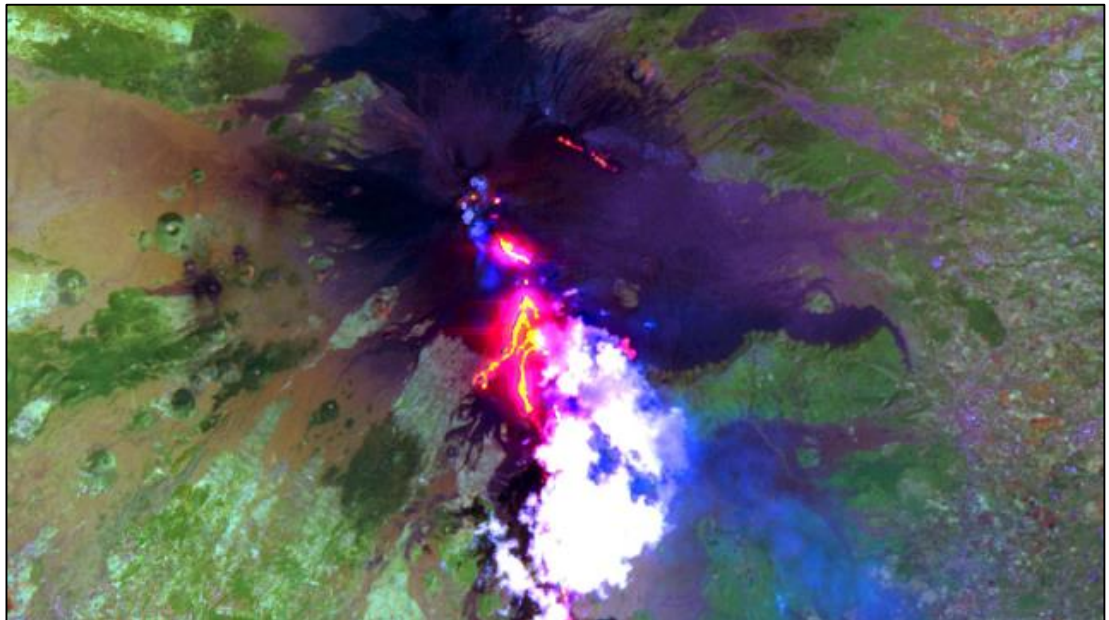


Abbildung 17: Terra-Satellitenbildaufnahme Vulkanausbruch Ätna vom 17. Juli 2001 (Quelle: NASA)

2.2.2 Aktuelle Studien in Bezug auf das Forschungsfeld

Betrachtet man die PISA-Studie aus dem Jahr 2009 genauer, kann man ableiten, dass im Jahr 2009 bereits 94,3% der Schülerinnen und Schüler einen PC im häuslichen Umfeld vorweisen konnten und 95,8% über einen Internetanschluss verfügten, den sie zu 63,3% fast täglich nutzten, um „zum Vergnügen im Internet zu surfen“ (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 216-217). Jedoch griffen nur 7,3% täglich auf das „Internet für Schularbeiten“ zurück

(KLIEME, et al., 2010, S. 261). Der Einsatz digitaler (Geo-) Medien in der Schule wird durch mangelnde Finanzierung in den Techniketat erschwert. Deutschland liegt laut PISA-Studie 2009 mit nur 0,09 Computern pro Schulkind erheblich unter dem OECD-Durchschnitt²¹ (vgl. Abb.18) von 0,13 und damit nach wie vor hinter Österreich (0,23), Schweden (0,21) oder den Vereinigten Staaten von Amerika (0,19), die doppelt so viele Computer pro Schulkind bereitstellen (Ditter, Michel, & Siegmund, 2012, S. 216-217).

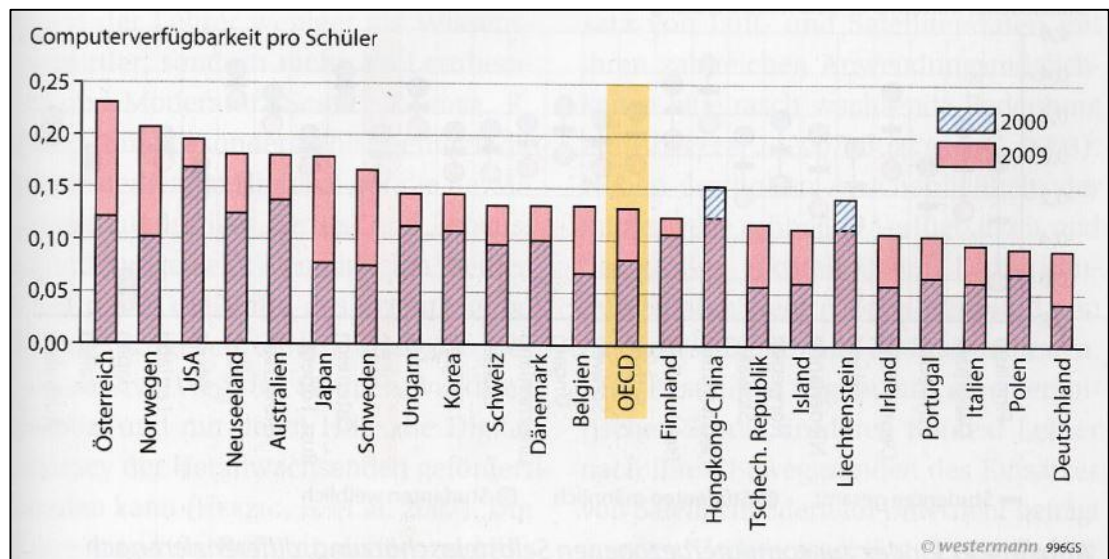


Abbildung 18: Computerverfügbarkeit pro Schüler an Schulen (Quelle: DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 217)

Durch den Mangel an Computerhardware in der Schule spiegelt sich auch der geringe Nutzen dieser Technik in der Schule wieder, denn hier liegt Deutschland mit 64% unter dem OECD-Durchschnitt von 71%, bei jedoch überdurchschnittlicher Computernutzung zu Hause. Diese Zahlen zeigen deutlich, dass der Einsatz digitaler (Geo-) Medien in der Schule noch sehr ausbaufähig ist und der Privatnutzung der Schülerinnen und Schüler deutlich unterlegen ist. Die Motivation der Lernenden ist sehr hoch und damit als sehr lernfördernd einzuschätzen. 76 Prozent aller befragten Schülerinnen und Schüler gaben an, dass sie an der Benutzung von Computern sehr interessiert sind und 83 Prozent schreiben der Auseinandersetzung mit Computern eine hohe Bedeutung zu (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 218). Diese Aussagen spiegeln sich auch in der hohen Selbsteinschätzung der Schüle-

²¹ Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (englisch Organisation for Economic Co-operation and Development)

rinnen und Schüler im Umgang mit digitalen Aufgaben wider. Hier liegen die deutschen Schulkinder bemerkenswert über dem OECD-Durchschnitt (vgl. Abb. 19), allerdings mit Geschlechtsunterschieden, da die Selbsteinschätzung von männlichen Schülern in diesem Aspekt signifikant höher ist, als die der weiblichen Schülerinnen (DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 218).

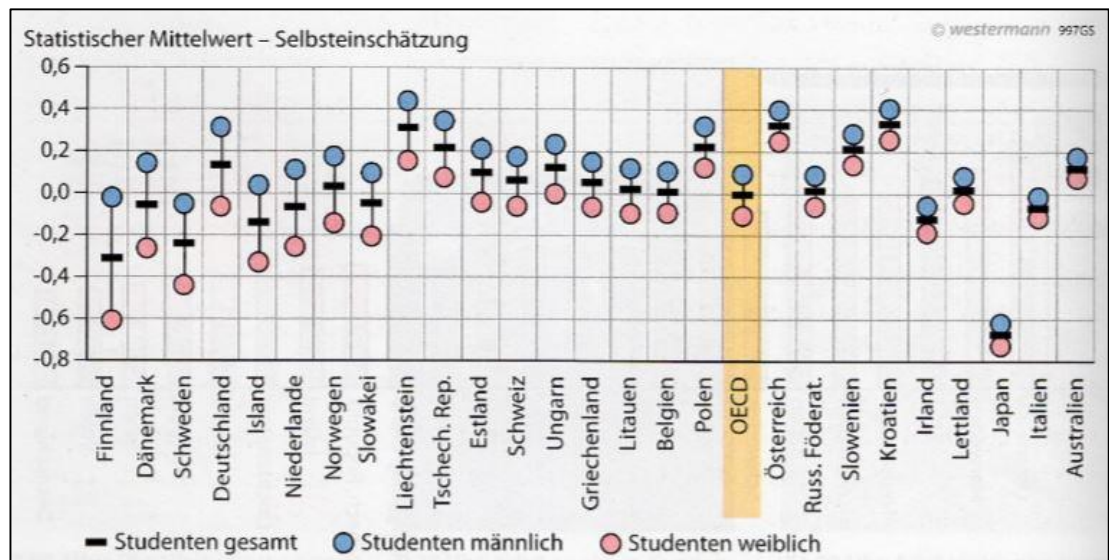


Abbildung 19: Index zur computerbezogenen Selbsteinschätzung, differenziert nach Geschlecht (Quelle: DITTER, MICHEL, & SIEGMUND, 2012, S. 218)

Eine bedeutende Studie zur „Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung“ ist in diesem Zusammenhang die „empirische Untersuchung zu Lernmotivation und Selbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern“ von DITTER aus dem Jahr 2013 (DITTER, 2013). DITTER belegt in der Studie, „(...) dass der eigenständigen und eigenverantwortlichen Auseinandersetzung mit digitalen Geomedien eine mit hoher Wahrscheinlichkeit lernfördernde Wirksamkeit attestiert werden kann.“ (DITTER, 2013, S. 192). Durch die aktive Auseinandersetzung mit Satellitenbildern scheint es möglich, bildende Lernprozesse zu veranlassen, die dabei zu einem hohen Maß durch den selbstbestimmten motivierenden Antrieb der Lernenden selbst gesteuert wird (DITTER, 2013, S. 192). Die Form der Beschäftigung mit Satellitenbildern unterstützt anscheinend neben dem postulierten Bedürfnis nach Autonomie auch das Verlangen der Schülerinnen und Schüler nach Kompetenzerweiterung und erweist sich als lernwirksam für die untersuchten Schülerinnen und Schüler in besonderer Ausprägung für die weiblichen Lernenden (DITTER, 2013, S. 192f.). „Das ganzheitliche Erschließen der Möglichkeiten der Fern-

erkundung im Unterricht“ verspricht ein hohes lernförderndes Potenzial, wenn es in ein motivierendes didaktisches Konzept integriert ist. Hierfür ist es notwendig, den Schülerinnen und Schülern, eine ritualisierte und selbständige Auseinandersetzung mit den Geodaten zu ermöglichen, die in eine problemorientierte, geographische Fragestellung eingebunden ist (DITTER, 2013, S. 193).

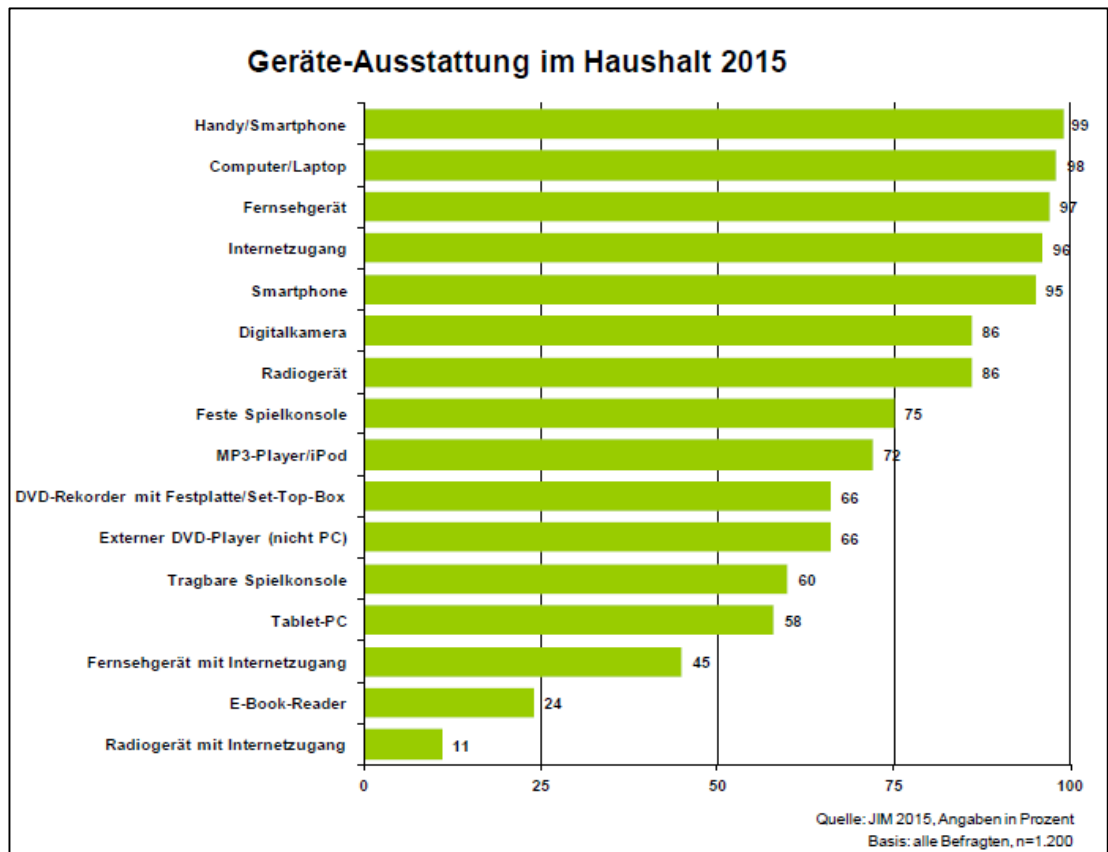


Abbildung 20: Geräte-Ausstattung im Haushalt 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 6)

Die Schülerinnen und Schüler wachsen heute in Haushalten mit einem sehr hohen Medienangebot auf (vgl. Abb. 20). Smartphones und Computer mit Internetzugang sind in fast jeder Familie vorhanden. Ein Tablet steht in 58% der Familien zur Verfügung. Auch die Jugendlichen selbst verfügen über ein hohes Medienrepertoire. Fast jeder 12-19-Jährige besitzt ein Handy (98%), darunter 92% ein Smartphone und rund drei Viertel können mit einer Internetflatrate Online-Dienste nutzen. Knapp drei Viertel der 12-19-Jährigen besitzen sogar einen eigenen Computer oder ein Notebook (vgl. JIM-Studie 2015, S. 6ff.). Auch im Alltag nutzen die Jugendlichen digitale Medien als Selbstverständlichkeit. Die heutigen 12-19-Jährigen sind praktisch mit den

digitalen Medien aufgewachsen. An erster Stelle steht dabei die tägliche Handynutzung der Jugendlichen, gefolgt von Internet und Fernsehen (vgl. Abb.21). 89% der befragten Jugendlichen nutzen ihr Handy täglich, das Internet nutzen 80% der Befragten täglich. Man kann somit auch von einer „Smartphone-Generation“ sprechen, da das Handy/Smartphone die wichtigste Medienbeschäftigung der heute lebenden Jugendlichen ist. (vgl: JIM-Studie 2015, S. 11ff.).

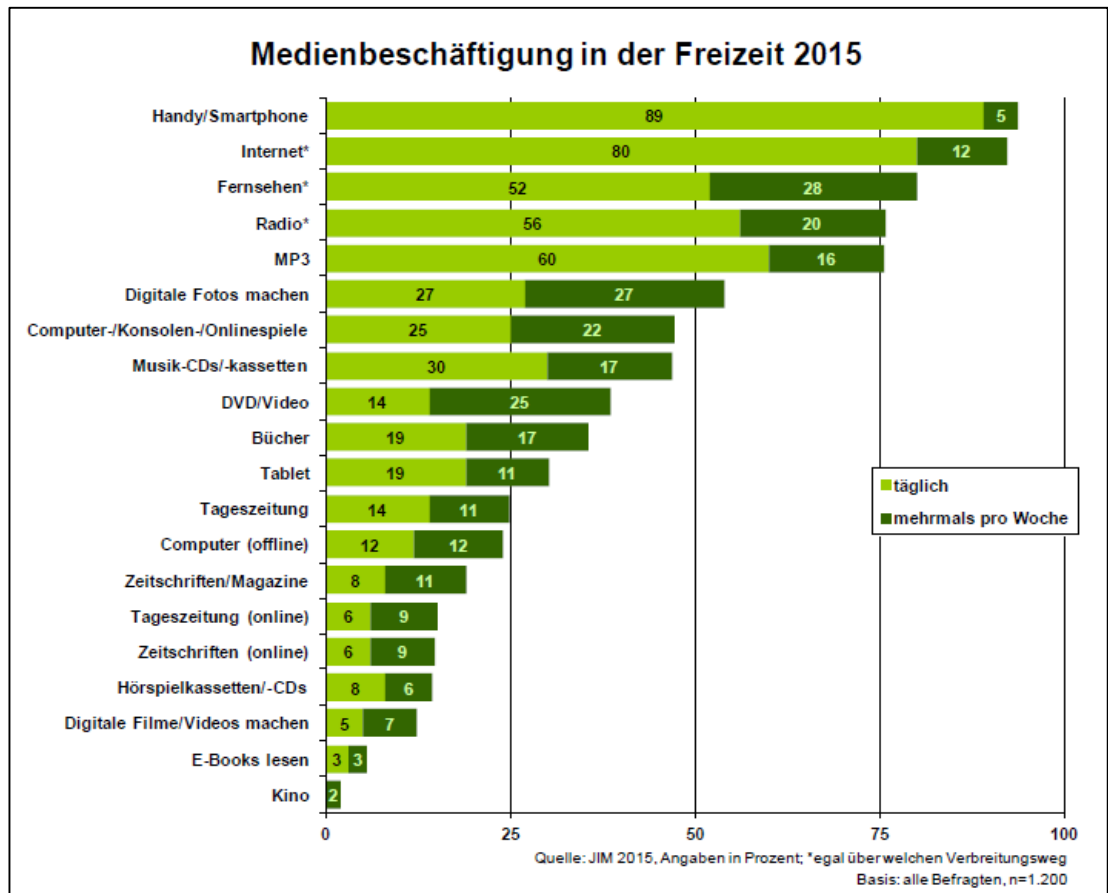


Abbildung 21: Medienbeschäftigung in der Freizeit 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 11)

Betrachtet man die Nutzungsaktivitäten bzgl. des Handys/Smartphones der Jugendlichen, wird sichtbar, dass die Hauptnutzung in Nachrichten verschicken und bekommen (94%) besteht, während Radio hören mit dem Smartphone eher gering ist (12%). Interessanterweise hat sich das Interesse, Landkarten/Stadtpläne mit dem Handy zu nutzen, im Gegensatz zu 2014 (7%), gesteigert. Im Jahr 2015 haben 16% der befragten Jugendlichen angegeben, dass sie ihr Handy oder Smartphone zur Nutzung von Landkarten bzw. Stadtplänen nutzen (vgl. Abb.22). Dies stellt aus geographiedidakti-

scher Sicht einen erfreulichen Nennwert da, woran die Geographiedidaktik und auch die Schule anknüpfen kann (vgl. JIM-Studie 2015, S. 47ff.).

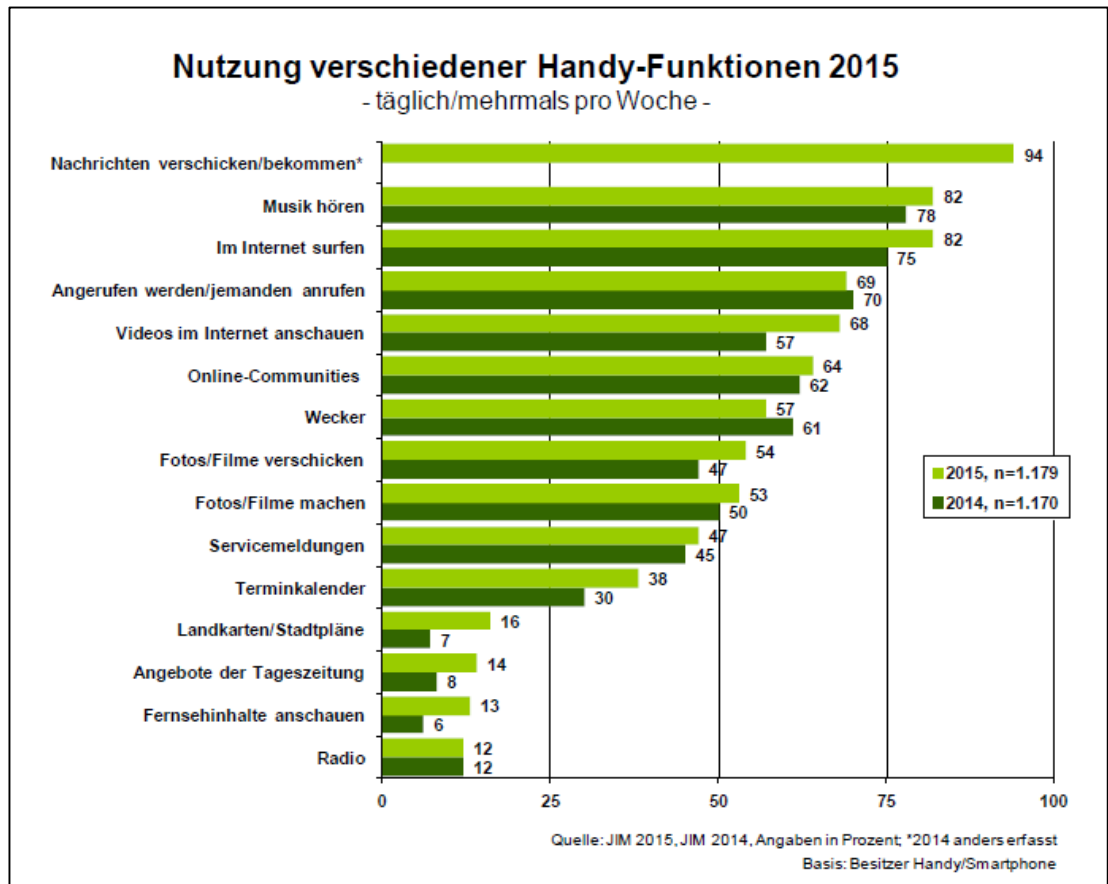


Abbildung 22: Nutzung verschiedener Handy-Funktionen 2015 (Quelle: JIM-Studie 2015, S. 49)

An dem Interesse der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Medien und dem Einsatz des Smartphones könnte man in Zukunft anknüpfen, allerdings steht diesem Ansatz oftmals die Schulordnung, die eine explizites Handyverbot vorsieht, entgegen (vgl. http://www.deutschlandfunk.de/handys-im-unterricht-fluch-und-segen-im-klassenraum.680.de.html?dram%3Aarticle_id=350576 [10.04.16]).

2.2.3 Fernerkundungsdidaktische Ansätze in internationalen und nationalen Einrichtungen

In diesem Unterpunkt werden in Auswahl internationale und nationale Einrichtungen mit fernerkundungsdidaktischem Bezug vorgestellt. Die European Space Agency (ESA) hat beispielsweise einen „Fahrplan für die Erdbeobach-

tung – Bildung in Europa²²“ im Mai 2014 veröffentlicht, der aufzeigt, wie Fernerkundung in den Bildungseinrichtungen und damit auch in den Schulunterricht innerhalb Europas integriert werden kann (BYFIELD, DEL FRATE, HIGGINS, & KAPUR, 2014). Das übergeordnete Ziel dabei ist, dass die Fernerkundungsdidaktik das lebenslange Lernen unterstützen muss, so dass Anwender auf allen Ebenen immer „up-to-date“ mit EO-Technologien²³ und Kommunikationsmedien sind, die für ihre individuellen Bedürfnisse relevant sind. Dafür müssen Bildungsressourcen und Fortbildungen bereitgestellt werden, da dies eine gewaltige Aufgabe darstellt. Dafür hat die ESA eine eigene Webseite (space for educators unter <http://www.esa.int/Education> [10.04.16]) veröffentlicht. Auch das DLR²⁴ hat ein Schullabor gegründet (DLR_School_Lab), das Fortbildungen für Schulklassen und Lehrkräfte im MINT-Bereich²⁵ bietet (BYFIELD, DEL FRATE, HIGGINS, & KAPUR, 2014). Auch die GIS-Station,²⁶ versteht sich als Fortbildungseinrichtung für Lehrerinnen und Lehrer und außerschulischen Lernort für Schülerinnen und Schüler sowie Familien zur Nutzung digitaler Geomedien. Als Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum bietet die GIS-Station Seminare, Workshops und Unterrichtseinheiten rund um die Themen Fernerkundung, Geoinformationssysteme und GPS an. Der Schwerpunkt des breit gefächerten Programmangebots liegt auf der methodisch-didaktischen Einbettung digitaler Geomedien in einen modernen Schulunterricht. Die Bildungsangebote werden durch die Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg wissenschaftlich begleitet und evaluiert. Die GIS-Station ist ein Projekt der Klaus Tschira Stiftung (KTS). Die KTS wurde 1995 von dem Physiker und SAP-Mitgründer Klaus Tschira (1940–2015) ins Leben gerufen (vgl. <http://www.gis-station.info/> [10.04.16]).

²² Im Original: „A Roadmap for Earth Observation Education in Europe“

²³ Earth Observation (EO)

²⁴ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

²⁵ Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

²⁶ Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien

2.2.4 Beitrag der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG)

Die Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) besagt, dass das Fach Geographie traditionell ein methoden- und medienintensives Fach ist, in dem Anschaulichkeit und Aktualität eine große Rolle spielen. Die Schülerinnen und Schüler haben die Gelegenheit, sich mit einer Vielzahl von traditionellen oder computergestützten Medien vertraut zu machen. Die Lernenden erwerben dadurch die Fähigkeit zum effektiven und reflektierten Umgang mit Medien; vor allem wird der Umgang mit Karten aller Art eingeübt. Schülerinnen und Schüler gewinnen darüber hinaus Methodenkompetenz, die für selbstbestimmtes Lernen und Handeln unerlässlich ist. Exkursionen und Projekte ermöglichen den Einbezug von außerschulischer Wirklichkeit und eigenen Handlungserfahrungen (DGfG, 2014, S. 6f).

2.2.5 Der neue Bildungsplan in Baden-Württemberg

Ab dem Schuljahr 2016/2017 treten in Baden-Württemberg neue Bildungspläne in Kraft (vgl. <http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/Startseite> [10.04.16]). An der Sekundarstufe I gilt dann sukzessive ab Klasse 5/6 ein gemeinsamer Bildungsplan für den Mittleren Schulabschluss (MSA). Ziel der Bildungsplanreform 2016 ist die Stärkung der Bildungsgerechtigkeit in Baden-Württemberg. Durch mehr Klarheit in den Anforderungen und den Abbau von Bildungshürden wird die Durchlässigkeit im baden-württembergischen Bildungssystem erhöht und damit die Grundlage für eine systematische individuelle Förderung und den Umgang mit Heterogenität geschaffen. Die neuen Bildungspläne werden ab dem Schuljahr 2016/2017 in den Grundschulen und den weiterführenden allgemeinbildenden Schulen sowie denjenigen Sonderschulen, die die Bildungsgänge der allgemeinen Schulen führen, nach einem hochwachsenden Prinzip eingeführt (vgl. Kultusministerium Baden-Württemberg). Das Fach Geographie wird ab diesem Zeitpunkt wieder eigenständig im Fach „Geographie“ unterrichtet. Im Mittelpunkt geographischer Fragestellungen stehen die raumwirksamen Mensch-Umwelt-Beziehungen im System Erde. Das System Erde kann als ein dynamisches System aus Teilsystemen wie der Erdoberfläche, dem Klima, der Gesellschaft oder der Wirtschaft begriffen werden. Diese eigenständigen Teilsysteme sind vielfältig untereinander durch Wirkungszusammenhänge verbunden. Daher gilt es,

den Blick auf die für Räume charakteristischen Prozesse zu richten und die damit einhergehenden Veränderungen der Erde als Lebensraum des Menschen zu begreifen. Diese Prozesse können schleichend sein wie der Klimawandel oder die Veränderung gesellschaftlicher Werte, aber auch hochdynamisch wie Erdbeben, Vulkanausbrüche oder gesellschaftliche Konflikte. Sie können die Lebensbedingungen in manchen Räumen verbessern, in anderen zugleich verschlechtern. Das Verstehen von geographischen Phänomenen, Strukturen und Prozessen sowie der komplexen wechselseitigen Beeinflussung von Natur und menschlichem Handeln sind elementar für die Zukunftsfähigkeit jeder Gesellschaft. Im Fokus des Geographieunterrichts steht daher die analytisch forschende sowie zukunfts- und handlungsorientiert wertende Auseinandersetzung mit dem System Erde. Die Schülerinnen und Schüler lernen vielfältige, oft faszinierend schöne und interessante, aber auch widersprüchliche und problematische naturräumliche und kulturelle Phänomene und Prozesse der Erde kennen. Sie erfassen bisherige, aktuelle Entwicklungen und zu erwartende Veränderungen der Erde als Ganzes sowie in ihren Teilräumen. Dabei lernen sie, dass der Mensch Teil des Systems Erde ist: Der Mensch kann dies durch seine Lebens-, Wirtschafts- und Verhaltensweisen entscheidend gestalten, es erhalten, aber auch in seiner Regenerationsfähigkeit gefährden. Der Anthropozän-Ansatz greift diese raumprägende Wirkung menschlichen Handelns auf und erklärt den „Geofaktor Mensch“ zur heute wirkmächtigsten Größe im System Erde. Anhand konkreter Raumbeispiele auf unterschiedlichen Maßstabsebenen erkennen die Schülerinnen und Schüler die Funktionszusammenhänge zwischen menschlichem Handeln und der Regenerations- und Tragfähigkeit von Räumen des Systems Erde. Sie entwickeln raumbezogene Handlungskompetenz und können somit gesellschaftlich und individuell im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung agieren (vgl. Bildungsplan für das Fach Geographie 2016). Zentrales Ziel des Geographieunterrichts ist die Entwicklung raumbezogenen systemischen Denkens und damit einhergehend der Umgang mit Komplexität (vgl. Abb. 23). Systemische Kompetenz umfasst die Fähigkeit, komplexe Wirklichkeitsbereiche als Systeme zu beschreiben, zu rekonstruieren und zu modellieren und auf der Basis der Modellierung Erklärungen zu geben, Prognosen zu treffen und Handlungsmöglichkeiten zu entwerfen und zu beurtei-

len. Die Entwicklung raumbezogener systemischer Kompetenz erfolgt, indem die Schülerinnen und Schüler zunächst über phänomenologische, später zunehmend über problemlösungsorientierte Zugänge Besonderheiten und Regelmäßigkeiten der Erdoberfläche, des Wetters und Klimas, wirtschaftlicher Prozesse oder des Agierens gesellschaftlicher Gruppen kennenlernen und hinterfragen. Mit dem Anspruch, räumliche Phänomene und Problemkonstellationen nicht nur zu kennen, sondern zu erklären und am Nachhaltigkeitsprinzip orientierte Lösungswege zu diskutieren, werden interdependente Wirkungszusammenhänge zwischen naturräumlichen und gesellschaftlichen Prozessen erkannt und sukzessive die angestrebten inhalts- und prozessbezogenen geographischen Kompetenzen entwickelt (vgl. Bildungsplan für das Fach Geographie 2016).

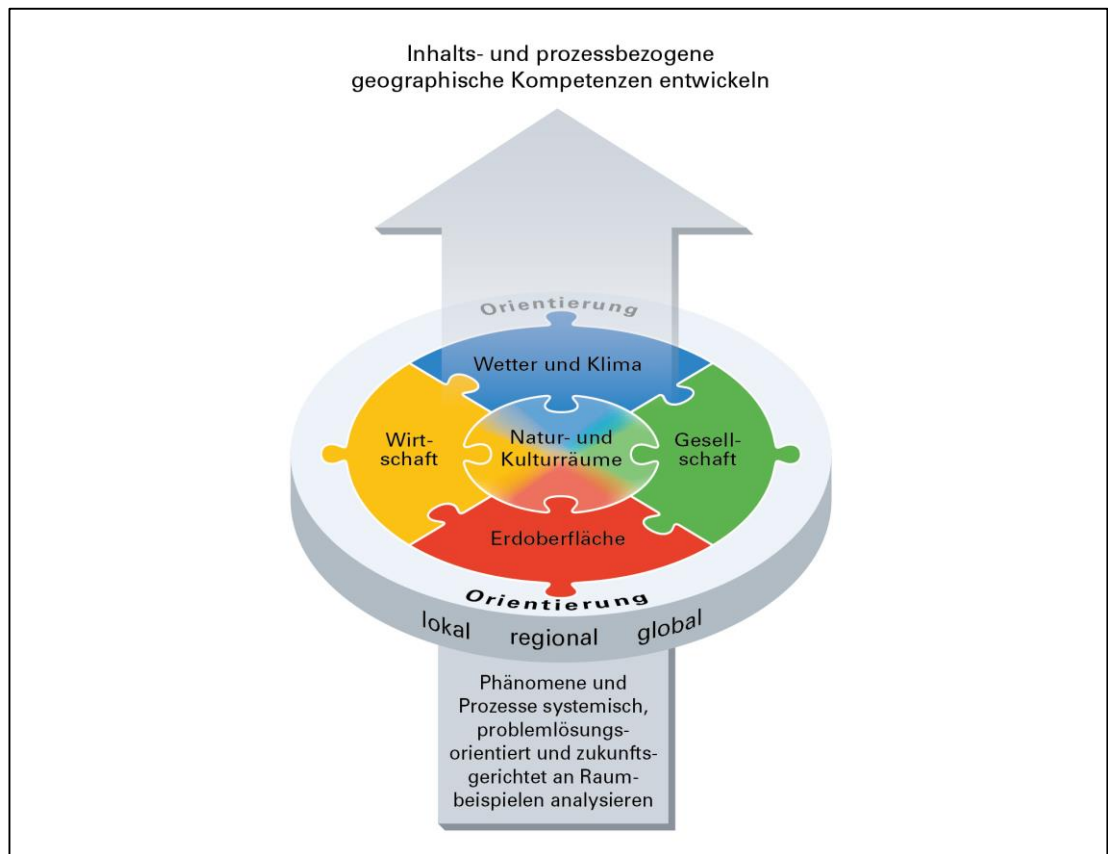


Abbildung 23: Modell geographischen Lernens (Quelle: Landesinstitut für Schulentwicklung)

Der Bildungsgehalt des Faches Geographie liegt in Zukunft also darin, dass im Geographieunterricht „natur- und gesellschaftswissenschaftliche Phänomene und Prozesse grundsätzlich systemisch analysiert, diskutiert und bewertet werden; Räume auf allen Maßstabsebenen von der lokalen über die

regionale bis hin zur globalen Dimension fragengeleitet und grundsätzlich problemlösungs- sowie handlungsorientiert vor allem im Sinne des Nachhaltigkeitsprinzips untersucht werden sowie die zeitliche Perspektive gegenwarts- und zukunftsgestaltend ausgerichtet ist.“ (vgl. Bildungsplan für das Fach Geographie 2016, S. 6f.). Die Kompetenzen im neuen Bildungsplan 2016 werden in Zukunft in *prozessbezogene Kompetenzen* (Methodenkompetenz, Orientierungskompetenz, Analysekompetenz, Urteilskompetenz, Handlungskompetenz) und *inhaltsbezogene Kompetenzen* (Teilsystem Erdoberfläche, Teilsystem Wetter und Klima, Teilsystem Gesellschaft, Teilsystem Wirtschaft, Teilsystem Natur- und Kulturräume) gegliedert (vgl. Bildungsplan für das Fach Geographie 2016, S. 8f.). Im Gegensatz zum Bildungsplan der Werkrealschule und Realschule 2004, werden im neuen Bildungsplan 2016 explizit Lerninhalte über die Fernerkundung/Satellitenbilder angegeben, was einen Fortschritt der geographiedidaktischen Forschung darstellt. Bisher konnten Fernerkundungsinhalte in Baden-Württemberg ausschließlich aus dem Bildungsplan des Gymnasiums begründet werden. Im neuen Bildungsplan für das Fach Geographie 2016 steht unter Methodenkompetenz: „Die Schülerinnen und Schüler können Informationsmaterialien (Karten, Profile, Diagramme, Bevölkerungsstrukturdiagramme, Klimadiagramme, Statistiken, gegenständliche und theoretische Modelle, Bilder, Luftbilder, Satellitenbilder, Filme, Karikaturen, Texte, Animationen, Simulationen) in analoger und digitaler Form unter geographischen Fragestellungen problem-, sach- und zielgemäß kritisch analysieren“ (Bildungsplan Geographie, 2016, S. 15). In Jahrgangsstufe 10 der Sekundarstufe I findet sich unter der inhaltsbezogenen Kompetenz „Teilsystem Erdoberfläche“ der Eintrag „Digitale Orientierung“. Als Kompetenz wurde formuliert: „Die Schülerinnen und Schüler können die Nutzung von digitalen Medien und von Informationen aus der Fernerkundung zur Raumanalyse darstellen“ (vgl. Bildungsplan Geographie, 2016, S. 39). Die Teilkompetenzen (vgl. Abb. 24) werden dabei eigentlich in drei Niveaustufen unterschieden (Grundlegendes Niveau [G], Mittleres Niveau [M], Erweitertes Niveau [E]). Betrachtet man die Abbildung 24 unten genauer, fällt allerdings auf, dass in jedem Kompetenzniveau exakt die gleiche Formulierung steht. Dies zeigt deutlich, dass alle Schülerinnen und Schüler unabhängig ihrer Schulabschlussempfehlung im Bereich Fernerkun-

dung über die gleichen Kompetenzen verfügen sollen. Die untere Zeile der Abbildung (vgl. Abb. 24) gibt an, welche Kompetenzen durch den Unterricht angebahnt werden können. Dies sind im Bereich der Fernerkundung Orientierungskompetenz, Analysekompetenz, Methodenkompetenz und Medienanalyse. Grundsätzlich wird für den Mittleren Schulabschluss (MSA) das Mittlere Niveau unterrichtet, jedoch die anderen Niveaubereiche (G) und € für schwächere bzw. stärkere Schülerinnen und Schüler angeboten²⁷. Grundsatz ist dabei der zieldifferente Unterricht, wie er in den Gemeinschaftsschulen des Landes bekannt geworden ist (vgl. Bildungsplan Geographie, 2016).

Die Schülerinnen und Schüler können		
G	M	E
(1) mithilfe von Informationen aus der Fernerkundung und aus Web-GIS Räume analysieren (Fernerkundung, Web-GIS, Geodaten, Satellitenbild, Luftbild)	(1) mithilfe von Informationen aus der Fernerkundung und aus Web-GIS Räume analysieren (Fernerkundung, Web-GIS, Geodaten, Satellitenbild, Luftbild)	(1) mithilfe von Informationen aus der Fernerkundung und aus Web-GIS Räume analysieren (Fernerkundung, Web-GIS, Geodaten, Satellitenbild, Luftbild)
2.1 Orientierungskompetenz 4 2.2 Analysekompetenz 1, 2 2.5 Methodenkompetenz 2, 5 MB Medienanalyse	2.1 Orientierungskompetenz 4 2.2 Analysekompetenz 1, 2 2.5 Methodenkompetenz 2, 5 MB Medienanalyse	2.1 Orientierungskompetenz 4 2.2 Analysekompetenz 1, 2 2.5 Methodenkompetenz 2, 5 MB Medienanalyse

Abbildung 24: Teilkompetenzen in drei Niveaustufen im Bereich Fernerkundung (Quelle: Bildungsplan Geographie 2016, S. 39)

2.2.6 Aktuelle Forschungsarbeiten im Forschungsfeld

In diesem Unterkapitel werden aktuelle Forschungsarbeiten im Forschungsfeld kurz vorgestellt. SIEGMUND untersuchte 2011 „Satellitenbilder im Unterricht“ und machte eine „Ländervergleichsstudie zur Ableitung fernerkundungsdidaktischer Grundsätze“ (SIEGMUND A. , 2011). Sie analysierte, in welchem Maß die Fernerkundung dazu beitragen konnte, der Bildung für ein kompetentes Verhalten im täglichen Leben, gerecht zu werden. Dafür führte SIEGMUND eine internationale Bestandsaufnahme zum Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht durch, die das Ziel verfolgte, durch die Analyseergebnisse fernerkundungsdidaktische Grundsätze ableiten zu können (SIEGMUND A. , 2011). FRÖDERT schrieb 2011 ihre Masterarbeit über „Blickpunkt Fernerkundung (BLIF)“. Sie evaluierte die „webbasierte Fernerkun-

²⁷ Hintergrund ist, dass ab 2016 auch an der Realschule der Hauptschulabschluss ermöglicht werden muss

dungssoftware“ BLIF „für den schulischen Einsatz“ (FRÖDERT, 2011). KOLLAR untersuchte 2012 die „Satellitenbild-Lesekompetenz“. Dabei handelte es sich um eine „empirische Überprüfung eines theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells für das ‚Lesen‘ von Satellitenbildern“ (KOLLAR, 2012). DITTER erforschte 2013 „die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung“. Er führte eine „empirische Untersuchung zu Lernmotivation und Selbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe“ durch (DITTER, 2013).

Im Jahr 2013 startete das Projekt „Space4Geography“, das auch unter dem Namen „Die Erde verstehen lernen – Einsatz moderner Satellitenbildtechnologie zur Erdbeobachtung für Jugendliche“ bekannt ist (WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015). Dieses Projekt beabsichtigt das Ziel, Jugendlichen das Anwendungspotenzial der Fernerkundung zur Beantwortung umwelt- und raumrelevanter Fragestellungen näher zu bringen. Aus der Folge heraus wird eine webbasierte Lernplattform für den Einsatz im Geographieunterricht und affinen Fächern entwickelt. In unterschiedlichen Lernmodulen erhalten Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, auf der Grundlage originaler und räumlich hochauflösender Satellitenbilder geographische Fragestellungen zu bearbeiten. Die webbasierte, kostenfreie Fernerkundungssoftware „BLIF“ dient hierbei als Unterstützung und Anwendungssoftware. Für die Fernerkundungssoftware werden Satellitenbilddaten aus der RapidEye und TerraSAR-X-Reihe für exemplarische Themen- und Raumbeispiele zur Verfügung gestellt und in einen problemorientierten Unterricht eingebettet. Die adaptive Umsetzung der Lernplattform soll individuelles Lernen unterstützen, indem Lerninhalte und Schwierigkeitsgrad über Nutzer- und Nutzungsprofile an die jeweiligen Kompetenzen, Bedürfnisse und Präferenzen des Lernenden angepasst werden (WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015, S. 72ff.). Auf Grundlage einer bundesweiten Analyse der Bildungspläne wird eine Auswahl exemplarischer Themen- und Raumbeispiele definiert (vgl. Abb. 25). Die Bearbeitungszeit jedes Lernmoduls beträgt dabei ungefähr zwei Schulstunden, also 90 Minuten. Im Mittelpunkt der Lernmodule steht die Bearbeitung einer geographischen Fragestellung, wofür die Satellitenbilddaten die Grundlage liefern (WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015, S. 74). Die Fernerkundungssoftware „BLIF“ hilft bei der Analyse der Fernerkundungsdaten. Die

Satellitenbilddaten von Landsat 5-7, RapidEye und TerraSAR-X werden serverseitig zur Verfügung gestellt. Nach Fertigstellung der zehn exemplarischen Lernmodule werden diese praktisch im *DLR_School_Lab* und der *GIS-Station* erprobt und evaluiert. Zum Abschluss des Projektes findet eine bundesweite Dissemination²⁸ und mehrere Multiplikatorenschulungen statt (vgl. Abb. 25). Die wissenschaftliche Begleitforschung im Sinne der Educational Design Research (EDR) ist in das Dissertationsvorhaben von VERA FUCHS-GRUBER mit dem Titel: „Adaptive, webbasierte Lernumgebungen im Geographieunterricht – Eine Studie zur Ableitung methodisch-didaktischer Design-Prinzipien im Kontext der Fernerkundungsdidaktik“ eingebunden (FUCHSGRUBER, 2014).

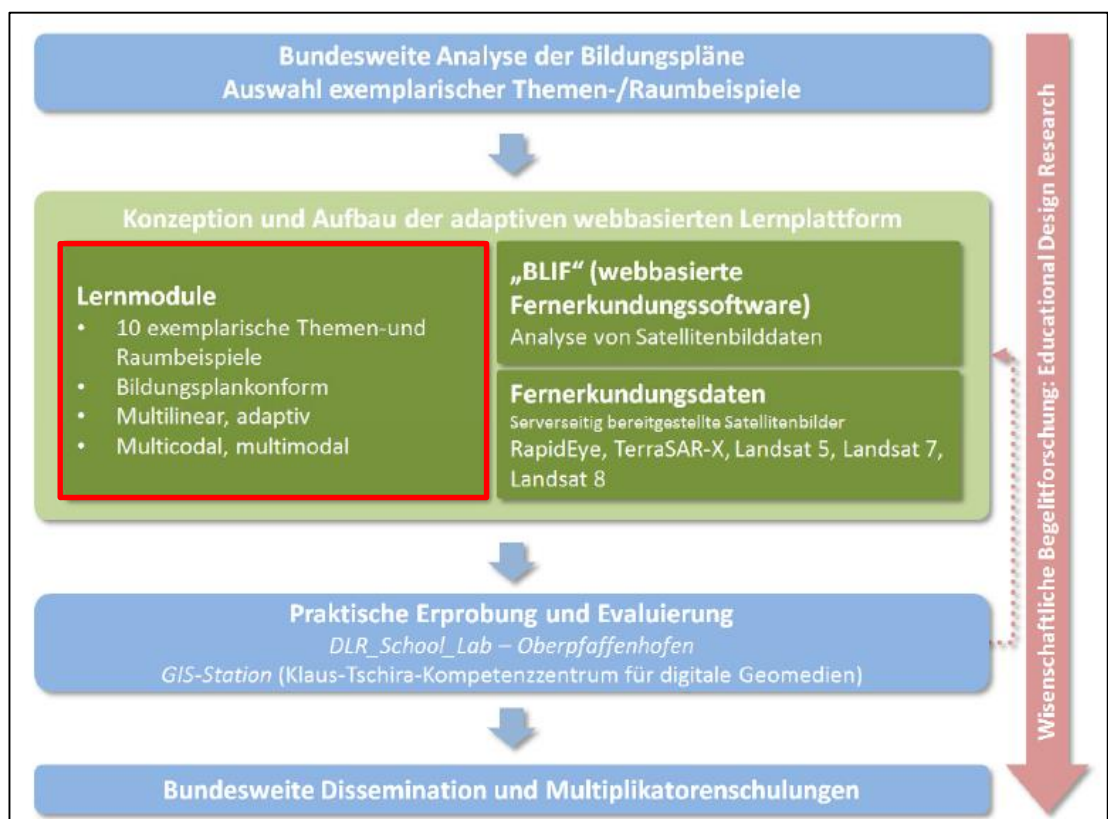


Abbildung 25: Konzeption und Arbeitsschritte im Rahmen des Projekts „Space4Geography“ (Quelle: WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015, S. 74)

²⁸ Veröffentlichung der Forschungsergebnisse

2.2.7 Daraus resultierende Forschungsfragen

Als Resultat der vorgestellten Forschungsprojekte und den aktuellen Studienergebnissen, ist diese Masterarbeit entstanden. In diesem einjährigen Forschungsprozess wurde ein Lernmodul im Rahmen des Forschungsprojektes „Wissenschaftlich basierte Entwicklung eines Lernmoduls zum Fernerkundungseinsatz an der Schule“ (GEHRIG, 2015) innerhalb des Projektes „Space4Geography“ (WOLF, FUCHSGRUBER, VIEHRIG, NAUMANN, & SIEGMUND, 2015) entwickelt, evaluiert, optimiert, weiterentwickelt und wieder evaluiert. Der rote Kasten in Abbildung 25 unter „Lernmodul“ soll diesen Zusammenhang näher verdeutlichen. Im Rahmen des Forschungsprojektes und der Masterarbeit wurde das Lernmodul „Leben am Vulkan“ entwickelt und mit Schulklassen evaluiert. Dieses Lernmodul stellt ein Lernmodul der zehn Lernmodule (vgl. roter Kasten in Abb. 25) für das Projekt „Space4Geography“ dar, das online auf der Lernplattform zur Verfügung stehen wird. Das Lernmodul wird dabei durch das Projekt „Die Erde verstehen lernen – Einsatz moderner Satellitenbildtechnologie zur Erdbeobachtung für Jugendliche (Space4Geography)“ stetig weiterentwickelt. In dieser Masterarbeit wird jedoch nur der aktuelle Stand des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ dargestellt.

Innerhalb der Masterarbeit wurden dabei folgende Hauptforschungsfragen genauer untersucht:

Forschungsfrage 1:

Inwiefern können Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I durch den Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik optimiert werden?

Die erste Forschungsfrage bezieht sich auf die Lernprozesse²⁹ von Schülerinnen und Schülern. Mit dieser Frage soll überprüft werden, ob Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I im Zusammenhang mit dem Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundung optimiert werden können. Kann der Einsatz eines Lernmoduls den Lernprozess von Schülerin-

²⁹ Unter Lernprozess (=Lernen) versteht man den absichtlichen und den beiläufigen, individuellen oder kollektiven Erwerb von geistigen, körperlichen, sozialen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten.

nen und Schülern optimieren und wenn ja, wie? Spielen hierbei psychologische Faktoren wie Motivation und Volition oder gar Selbstkonzepte³⁰ eine Rolle?

Forschungsfrage 2:

Inwiefern kann ein Lernsetting in der Fernerkundungsdidaktik so aufbereitet werden, damit Lernprozesse optimiert werden können?

Die zweite Forschungsfrage bezieht sich auf das Lernsetting³¹, in dem sich Lernende befinden. Wie muss ein Lernsetting für die Beschäftigung mit Satellitenbildern gestaltet werden, damit Lernprozesse für die Lernenden optimiert werden? Lernen Schülerinnen und Schüler besser bzw. mehr, wenn sie selbstständig an einem entwickelten Lernmodul arbeiten und sich eigenverantwortlich mit Satellitenbildern beschäftigen? Reicht dafür ein Lernbegleiter oder ein Lernberater aus? Benötigen die Schülerinnen und Schüler einen „Input“ und klassische Hilfestellungen durch die Lehrperson oder können diese Prozesse durch ein webbasiertes Lernmodul ersetzt werden?

Die Masterthesis befasst sich folglich zum einen mit dem Lernprozess von Schülerinnen und Schülern und zum anderen mit der Aufbereitung eines Lernsettings im jeweiligen Zusammenhang mit der Fernerkundung. Dabei steht die Optimierung von Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler stets im Mittelpunkt. Um diese Forschungsfragen beantworten zu können, wird im nächsten Kapitel die Methodologie der Untersuchung vorgestellt. Unter Kapitel 4 finden sich anschließend die Hauptergebnisse der Untersuchung, die im Folgekapitel 5 diskutiert werden. Im letzten Kapitel werden die Forschungsfragen unter Hinzuziehung von Fachliteratur beantwortet und ein Fazit der Untersuchung gezogen.

³⁰ Das Selbstkonzept umfasst die Wahrnehmung und das Wissen um die eigene Person.

³¹ Unter Lernsetting versteht man ein beabsichtigtes, geplantes, organisiertes und vorstrukturiertes Bildungsarrangement, dessen Ergebnisse überprüft werden bzw. überprüfbar sind. Lernsettings zielen darauf ab, Lern- und Bildungsprozesse zu initiieren.

3. Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes

In Kapitel 3 der vorliegenden Masterthesis wird das Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes vorgestellt. Zunächst wird der Forschungsansatz Design Based Research (DBR) genauer erläutert, bevor das Forschungsdesign und die Untersuchungsgruppe vorgestellt werden. Anschließend werden die Testinstrumente der Untersuchung in den beiden Testzyklen ausführlich dargestellt.

3.1 Der Forschungsansatz Design Based Research (DBR)

„Design-Based Research wird als ein Forschungsansatz vorgestellt, der besser als andere Forschungsansätze im Rahmen der Lehr-Lernforschung in der Lage ist, nachhaltige Innovationen im Bildungs- und Unterrichtsalltag hervorzubringen.“ (REINMANN, 2005, S. 52). Der Design-Begriff umfasst dabei alle Tätigkeiten, „die innerhalb bestimmter Rahmenbedingungen verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten zulassen“ (REINMANN, 2005, S. 59). Vor allem sind dies drei zentrale Elemente nach BAUMGARTNER & PAYR, (BAUMGARTNER & PAYR, 1999) die im Begriff des Designs liegen. Erstens das planerische, entwickelnde und entwerfende Element, zweitens das Element der harmonischen Verbindung von Form und Inhalt und der zusammenhängende Gestaltungsspielraum und drittens das Primat des Inhalts vor der Form, was Design von der „reinen“ Kunst unterscheidet. Design umschreibt folglich einen aktiven Eingriff in eine nicht festgelegte Situation, bei dem sich praktisches und theoretisches Wissen verbinden (REINMANN, 2005, S. 59). ANN BROWN war eine der ersten, die den Designbegriff mit ihrer Idee der „design experiments“ in die Lehr-Lernforschung eingeführt hat (BROWN, 1992). Grundidee von ANN BROWN war das Bedürfnis nach einem Forschungsansatz, der Lernprozesse nicht in Laborsituationen, sondern in realen Situationen untersucht und dabei über starre Messkriterien hinausgeht, das „Design“ in einen wissenschaftlichen Prozess aufnimmt und somit eine kaum beachtete Lücke in der Lehr-Lernforschung schließt (REINMANN, 2005, S. 60). Synonym entwickelten sich neben der „design experiments“ auch die Bezeichnungen „design studies“ oder „design research“, um die Abgrenzung zur klassischen Experimentalforschung deutlich zu machen (REINMANN, 2005, S. 60). Der Autor hat sich für die Verwendung des Begriffs „Design Based Rese-

arch“ entschieden, der mit „Fachdidaktischer Entwicklungsforschung“ übersetzt werden kann.

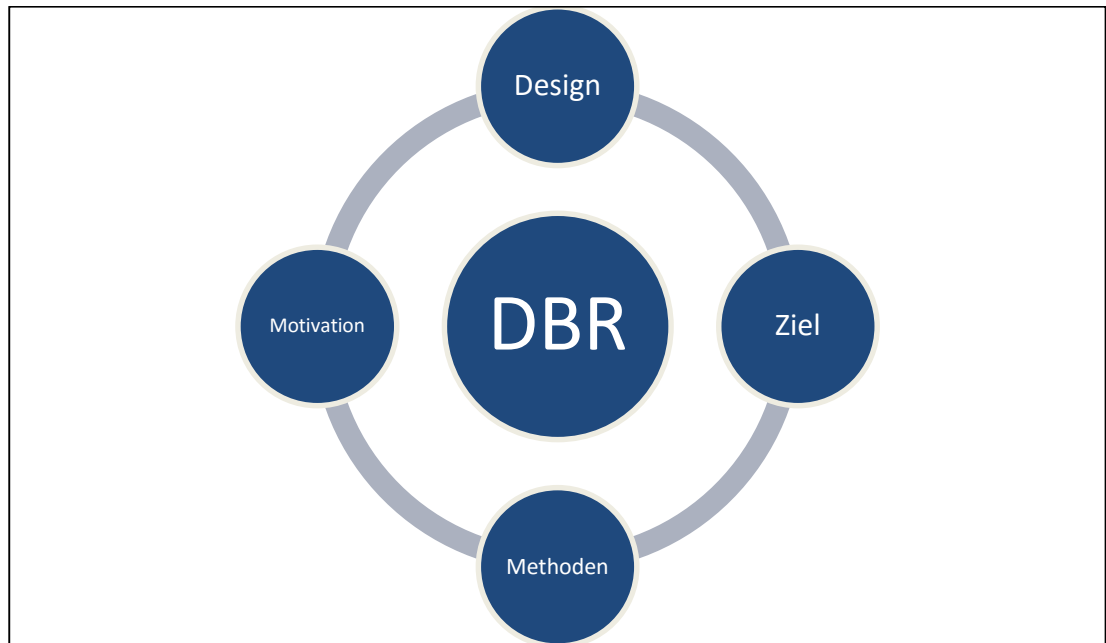


Abbildung 26: Spezifische Merkmale von Design Based Research (Quelle: eigene Darstellung)

Die Abbildung oben (vgl. Abb. 26) verdeutlicht die spezifischen Merkmale von Design Based Research. Das Design (der Gestaltungsprozess) erhält im DBR-Ansatz einen eigenen Stellenwert im Forschungsprozess und wird somit zum Kristallisationspunkt für systematische Lernprozesse und einer Quelle für die Entwicklung von Theorien. Das Design erfolgt in Abstimmung mit konkreten Zusammenhängen, sodass die Implementierung von Lehr-Lernkonzepten von Anfang an in den Forschungs- und Entwicklungsprozess eingebunden ist. Dies setzt eine enge Zusammenarbeit mit Personen in der Praxis voraus, die in der Lehr-Lernforschung tätig sind. Der Kooperation von Wissenschaft und Praxis kann somit ein hoher Stellenwert zugeschrieben werden (REINMANN, 2005, S. 61f.). Die zentrale Zielsetzung im DBR-Ansatz ist die Lösung eines oder mehrere Probleme in der Bildungspraxis. Gleichzeitig ist damit das Ziel verbunden, Theorien zu entwickeln, die für die Praxis von Bedeutung sind, ebenso aber die wissenschaftliche Erkenntnis zum Lernen und Lehren vergrößern. Das bedeutet, der aktuelle Forschungsstand wird nicht nur zur Kenntnis genommen, sondern in das Design und die Theoriegenerierung mit eingebunden. Ebenso gibt es Ziele, die erst im Laufe des

Forschungsprozesses entstehen (REINMANN, 2005, S. 62). Das forschungsstrategische und forschungsmethodische Vorgehen nimmt im DBR-Ansatz eine Sonderrolle ein. Design Based Research kann sowohl Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Evaluationsforschung, als auch deskriptiv-narrativ sein (BEREITER, 2002). Das Besondere an DBR ist also nicht die Methodologie für sich, sondern der interventionsorientierende Einsatz und die angrenzende realisierte, sich schrittweise annähernde Vorgehensweise. Die Entwicklung und die Forschung finden also in immerwährenden Zyklen von Gestaltung, Durchführung, Analyse und Re-Design statt (vgl. Abb. 27).

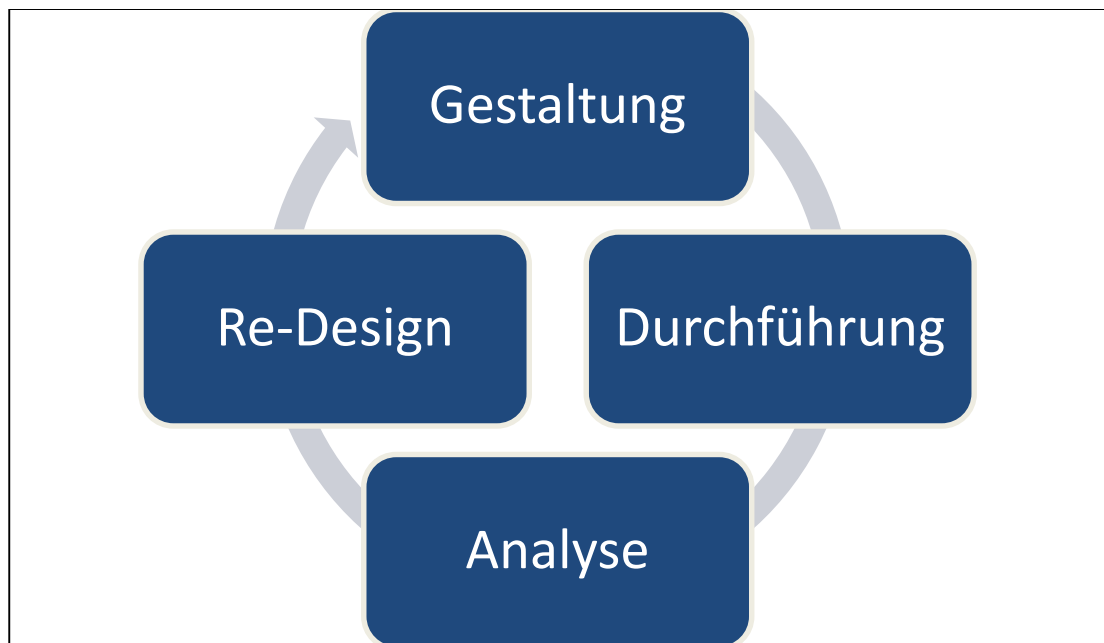


Abbildung 27: Forschungsstrategisches und methodisches Vorgehen im DBR-Ansatz (Quelle: eigene Darstellung)

Invention, Analyse und Revision wechseln sich folglich nacheinander ab. Design-Based Research ist vorausschauend, weil Designs vor dem Hintergrund hypothetischer Lernprozesse und auf Basis theoretischer Modelle gestaltet und untersucht werden. DBR ist ebenso reflektierend, da Annahmen im Forschungsprozess analysiert und mehrfach überprüft werden. Die Untersuchungsgruppen können dabei Individuen und kleine soziale Gruppen, aber auch Organisationen und regionale Einheiten sein. Der DBR-Ansatz lässt sich letztendlich mit anderen Forschungsansätzen kombinieren. Möglich sind dabei integrative Ansätze, bei denen DBR experimentellen Studien vorausgeht und insbesondere folgt, aber auch kollaborative Ansätze, bei denen

quantitative Ansätze und Evaluationen durch den Einsatz von Design Based Research ergänzt werden. (REINMANN, 2005, S. 62). Wer sich für den Forschungsansatz Design Based Research entscheidet, möchte oft etwas in der Bildungspraxis bewirken und verbessern. Entscheidend dabei ist die enge Verzahnung zwischen Theorie und Praxis und eine Forschergemeinschaft, die neben dem akademischen *belief mode* auch den *design mode* realisiert und an neue Möglichkeiten, also an das Potenzielle glaubt (REINMANN, 2005, S. 62f.).

In der geographiedidaktischen Forschung findet Design Based Research bisher kaum Anwendung. Die Potenziale des Forschungsansatzes werden in diesem Abschnitt noch einmal genauer beleuchtet. Der Geographieunterricht gilt als das typische „Medienfach“, in dem die verschiedensten Medien zur Erschließung, Veranschaulichung und Reflexion innerhalb der Physischen- und Anthropogeographie zum Einsatz kommen. DBR ist bei der Entwicklung und Erprobung von Interventionen im Bereich von Technik und neuen Medien von großem Nutzen. Im Bereich von BNE (Bildung für Nachhaltige Entwicklung) bietet sich der DBR-Ansatz im besonderen Maße an, da er von Anfang an auf eine enge Kooperation von Forschern und Praktikern angelegt ist, sodass die Kluft zwischen den Ansprüchen von Seiten der Wissenschaft und dem tatsächlichen Umgang mit den entsprechenden Fragestellungen im Unterricht geschlossen werden kann. Aber auch an bereits vorhandenen Forschungsarbeiten kann DBR eingesetzt werden, da die Geographiedidaktik in den letzten Jahren bereits hervorragende Forschungsergebnisse im Bereich der Grundlagenforschung erbracht hat (vgl. Kapitel 2.2). Damit liegt praxisrelevantes, empirisches und theoretisches Wissen vor, das eine ausgezeichnete Grundlage für theorie- und empiriegeleitete Auseinandersetzungen von Lehr-Lernprozessen bietet. Die umfassende Überprüfung von der Wirkung der bereits akzeptierten unterrichtlichen Ansätze bzw. Prinzipien stellt ein hohes Potenzial für Design Based Research dar (FEULNER, OHL, & HÖRMANN, 2015, S. 205ff.).

Zusammenfassend lässt sich der Forschungsansatz Design Based Research (DBR) folgendermaßen charakterisieren: Ausgangspunkt von DBR ist ein praxisrelevantes Problem, für das eine praxistaugliche Lösung erarbeitet

wird. Theoriebasierte Entwicklung, Erprobung und empirische Evaluation bilden einen langfristigen, zyklischen Forschungsprozess. Die einzelnen Zyklen beinhalten dabei immer einen Rückbezug auf vorangegangene Zyklen. Die Ergebnisse sind sowohl praktische Problemlösungen als auch Beiträge zu Grundlagenfragen (WILHELM & HOPF, 2014, S. 31ff.). Der Forschungsansatz verbindet also fachdidaktische Theorie mit empirischer Forschung und schulischer Praxis. In mehreren Testzyklen werden Unterrichtskonzepte, die stark theoriegeleitet und auf Basis von bisherigen Forschungserkenntnissen gestaltet werden, in der Praxis getestet, auf Grundlage einer qualitativ und/oder quantitativ ausgerichteten Begleitforschung adaptiert und erneut in der Praxis getestet. Die Studien zielen dabei grundsätzlich auf praxistaugliche Problemlösungen ab, die in der schulischen Praxis bzw. in vorhergehenden wissenschaftlichen Studien diagnostiziert wurden. Ebenso sollen Beiträge zur fachdidaktischen Theoriebildung generiert werden. Der Forschungsansatz DBR möchte den Transfer von Forschungsergebnissen in den Unterricht festigen und das Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis dadurch befördern, dass Wissenschaftler und Praktiker enger kooperieren (FEULNER, OHL, & HÖRMANN, 2015, S. 205ff.).

3.2 Vorstellung des Forschungsdesigns

Im Rahmen der Masterarbeit wurde der Forschungsansatz Design Based Research in Form einer qualitativen Studie gewählt. Innerhalb eines Jahres wurde ein Lernmodul entwickelt, erprobt, evaluiert, weiterentwickelt, weiter-erprobt und weiterevaluiert. Der qualitative Zugang über DBR erschien hierbei sinnvoll, da im Rahmen des Forschungsprozesses der Fokus auf die Gestaltung des webbasierten Lernmoduls gelegt wurde und das Lernmodul in einem Zeitraum von einem Jahr stetig weiterentwickelt wurde. Daher wurde hier Wert auf die Qualität des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ gelegt und nicht auf die Quantität mehrere Lernmodule. Weitere Lernmodule werden im Rahmen des Projektes *Space4Geography* (vgl. Kapitel 2.2.6) entwickelt und evaluiert. Im Rahmen des Forschungsprojektes und der Masterthesis konnten zwei Testzyklen im Sinne des DBR-Ansatzes durchgeführt werden. Die Abbildung unten (vgl. Abb. 28) verdeutlicht diese Design-Zyklen im Rahmen dieses Forschungsprojektes. Bevor im ersten Testzyklus der Prototyp A des

Lernmoduls entwickelt und gestaltet werden konnte, wurde zunächst eine Vorstudie im Rahmen von Interviews durchgeführt. Aufgrund dieser Erkenntnisse der schulischen Experten vor Ort wurde das Lernmodul konzipiert (Gestaltung), in der Praxis erprobt (Durchführung) und evaluiert (Analyse). Der Prototyp A wurde anhand der Erfahrungen und Erkenntnisse analysiert und im zweiten Testzyklus optimiert (Re-Design). Es folgte nach der Optimierung ein zweiter Test in der Praxis des Prototyps B (erneute Durchführung) und eine erneute Evaluation (erneute Analyse). Für eine erneute Optimierung (erneutes Re-Design) und die Gestaltung eines Prototyps C werden im Rahmen dieser Masterarbeit lediglich Vorschläge vorgestellt, konnten jedoch im Rahmen des Forschungszeitraums von einem Jahr nicht mehr mit in das Forschungsprojekt eingebunden werden. Ein Testzyklus umfasste hierbei ca. sechs Monate Bearbeitungszeit von der Gestaltung über die Durchführung und der Analyse des Prototyps. Insgesamt wurde das Lernmodul also über einen Zeitraum von einem Jahr konzipiert, optimiert und evaluiert, sodass am Ende ein Prototyp B zur Verfügung stand, der im Forschungsprojekt *Space4Geography* Verwendung fand.

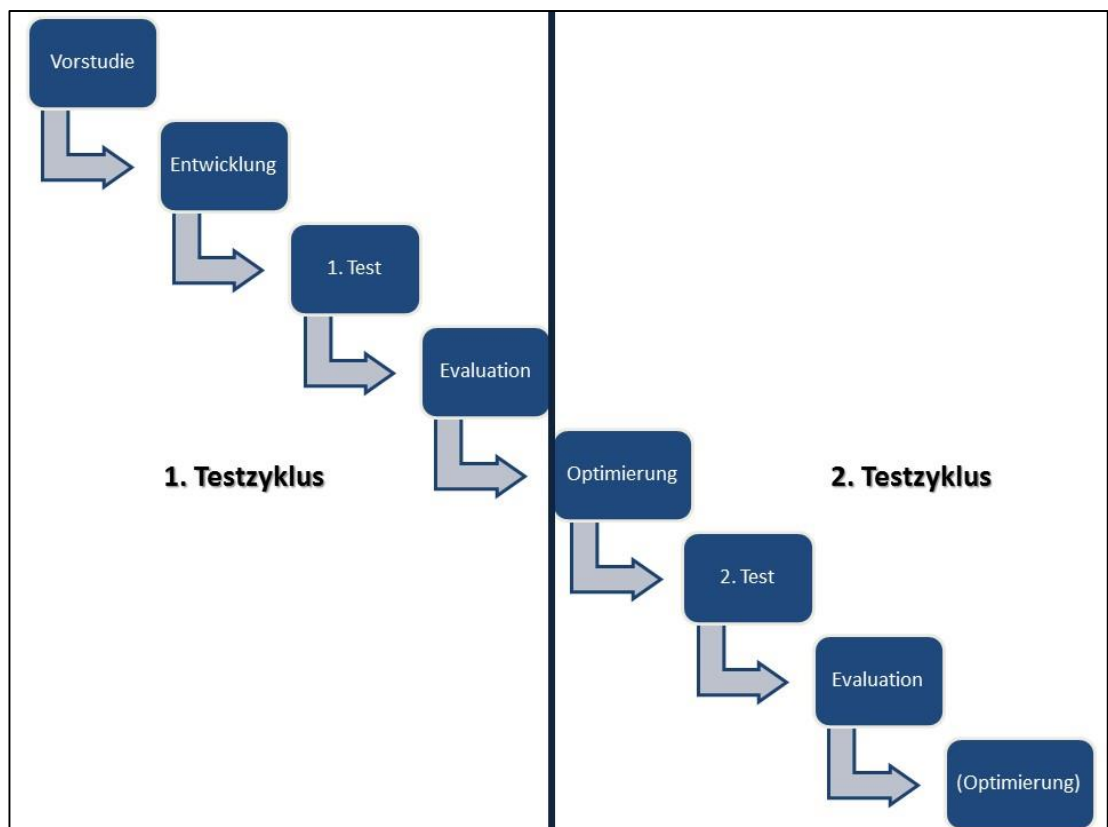


Abbildung 28: Design-Zyklen (Quelle: eigene Darstellung)

3.3 Vorstellung der Untersuchungsgruppe

Bevor die Methodologie der Untersuchung genauer dargelegt wird, soll in diesem Unterkapitel zunächst die Untersuchungsgruppe kurz vorgestellt werden.

Zur Durchführung des Projektes wurde eine Schule benötigt, die das Lernmodul aus der Praxis heraus mitgestaltet und evaluiert. Die Suche nach geeigneten „Probanden“ für das Forschungsprojekt stellte sich als äußerst schwierig heraus. Trotz aller Bemühungen, passende Schulen von dem Forschungsvorhaben und dessen Nutzen für die schulische Praxis zu finden, erklärten sich insgesamt nur drei Schulen bereit, an dem Forschungsprojekt teilzunehmen. Es wurden diverse Schulen im Rhein-Neckar-Kreis angeschrieben, wovon nur zwei antworteten. Da das Forschungsprojekt in der Sekundarstufe I durchgeführt und das Lernmodul „Leben am Vulkan“ entwickelt wurde, kamen nur Klassen der Jahrgangsstufen 7 und 8 für das Forschungsprojekt in Frage. Daher konnte das Englische Institut nicht mit in das Projekt einbezogen werden, trotz großem Interesse seitens der Lehrkräfte. Die andere Schule sagte kurzfristig doch wieder ab, da die Schulleitung doch nicht zustimmte, aufgrund anderer Herausforderungen. Auch die Bekanntmachung des Forschungsprojektes über den Newsletter der GIS-Station brachte wenig Erfolg. Letztendlich konnte das Kurpfalzinternat Bammental für das Forschungsprojekt gewonnen werden, da sich zwei sehr engagierte Lehrkräfte bereitklärten, das Projekt mit in ihr Curriculum aufzunehmen und gemeinsam mit ihren Klassen während der beiden Testzyklen in die GIS-Station zu kommen, um das Lernmodul zu testen und zu evaluieren. Da es sich um eine Privatschule handelte und nur qualitativ mit relativ geringer Schüleranzahl geforscht wurde, war die Genehmigung über das Regierungspräsidium Karlsruhe nicht erforderlich. Die Genehmigung der Schulleitung war hier ausreichend und erfolgte nach schriftlicher Antragsstellung und Information. Durch die Bereiterklärung seitens des Kurpfalzinternats (KPI) konnten zwei Lehrerinnen mit ihren Klassen gewonnen werden. Die Abbildung unten (vgl. Abb. 29) verdeutlicht das Sampling während der zwei Testzyklen. Im ersten Testzyklus wurden die besagten Lehrerinnen zunächst im Rahmen der Vorstudie an ihrer Schule interviewt. Die gemachten Aussagen wurden in die Konzeption des Lernmoduls mit eingebunden. Nach Fertigstel-

lung des Lernmoduls wurde ein Termin im Sommer 2015 mit den Lehrerinnen vereinbart. An diesem „Testtag“ kamen die Lehrkräfte mit ihren beiden Klassen in die GIS-Station, um das Lernmodul zu testen und zu evaluieren. Besonders am KPI sind die Klassengrößen, da maximal acht Schülerinnen und Schüler in einer Klasse sind. Einige Schülerinnen und Schüler waren erkrankt, daher waren es im ersten Testzyklus lediglich zwölf Schülerinnen und Schüler, was aber im Rahmen der qualitativen Untersuchung keinen Nachteil brachte. Unter der Schülergruppe befanden sich neun Jungen und drei Mädchen, davon waren vier Schülerinnen und Schüler auf der Realschule und acht Schülerinnen und Schüler auf dem Gymnasium. Das KPI bietet beide Bildungsgänge an. Im zweiten Testzyklus kooperierten die zwei Lehrerinnen weiterhin im Forschungsprojekt und kamen im Dezember 2015 wieder in die GIS-Station, um das Lernmodul im Prototyp B zu testen und zu evaluieren. Dabei handelte es sich wieder um Schülerinnen und Schüler aus der achten Klasse, allerdings waren es andere Schülerinnen und Schüler, die das Lernmodul noch nicht kannten.



Abbildung 29: Untersuchungsgruppe aus 2 Testzyklen (Quelle: eigene Darstellung)

Wie der Grafik oben (vgl. Abb. 29) entnommen werden kann, waren es auch nur neun Schülerinnen und Schüler, wovon acht Jungen und nur eines ein Mädchen war. Alle Probanden aus dem zweiten Testzyklus besuchten das

Gymnasium. Insgesamt konnten für die Durchführung des Forschungsprojektes zwei Lehrerinnen und 21 Schülerinnen und Schüler (vier Mädchen, 17 Jungen) gewonnen werden³². Da das Lernmodul qualitativ entwickelt, erprobt und evaluiert wurde, war die Größe der Untersuchungsgruppe vollkommen ausreichend, auch wenn mehr Probanden wünschenswert gewesen wären.

3.4 Testinstrumente der Untersuchung im ersten Testzyklus

Nachdem das Forschungsdesign und die Untersuchungsgruppe in den vorangegangenen Unterkapiteln vorgestellt wurden, sollen hier die Testinstrumente der Untersuchung im ersten Testzyklus dargestellt und zusammengefasst werden.

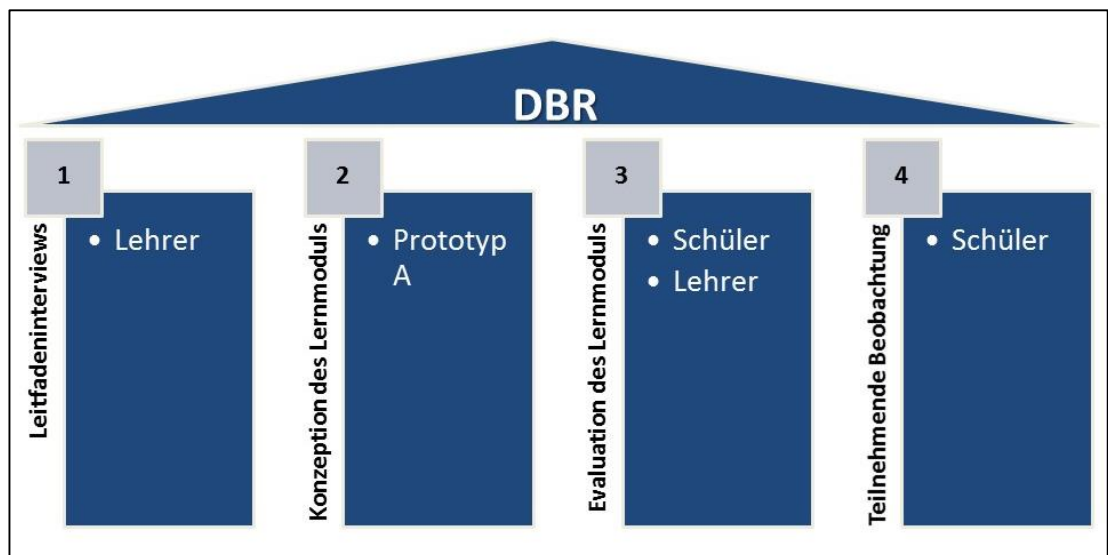


Abbildung 30: Testinstrumente im ersten Testzyklus (Quelle: eigene Darstellung)

Die Abbildung oben (vgl. Abb. 30) verdeutlicht, welche Methodenvielfalt beim Forschungsansatz Design Based Research (DBR) auftreten kann. Im ersten Testzyklus wurden zunächst Leitfadeninterviews durchgeführt, bevor das Lernmodul konzipiert wurde. Der Prototyp A wurde anschließend von Schülern und Lehrern getestet und evaluiert. Ebenso wurden die Schülerinnen und Schüler durch eine teilnehmende Beobachtung während der Bearbeitung des Lernmoduls untersucht. All diese Methoden, die sowohl qualitative, als auch quantitative Merkmale tragen, stehen unter dem Dach Design Based

³² Großer Dank geht an dieser Stelle noch einmal an die Lehrerinnen und Schüler*innen des Kurpfalzinternats Bammental

Research. DBR ist demnach der Forschungsansatz und das Forschungsdesign, folglich die daraus resultierenden Methoden, die im Sinne des DBR-Ansatzes eingesetzt wurden.

3.4.1 Konzeption des leitfadengestützten Experteninterviews

Um herauszufinden, welche Eigenschaften und Anforderungen an ein Lernmodul in der Fernerkundung gestellt werden, wurde im ersten Testzyklus zunächst eine Vorstudie mit Hilfe von leitfadengestützten Experteninterviews durchgeführt. Nach LAMNEK ist ein Interview eine „sozialwissenschaftliche Forschungsmethode zur Datenerhebung, bei der ein Interviewer (als Agent des Forschers oder auch der Forscher selbst) in direktem Kontakt mit einem zu Interviewenden (Versuchsperson) Fragen stellt, um unter kontrollierten Bedingungen Informationen zu gewinnen“ (LAMNEK, 2005, S. 724). Das Leitfadeninterview stellt eine Subkategorie eines qualitativen Interviews dar. Es ist ein Erhebungsinstrument für qualitative Interviews, mit dessen Hilfe der Forscher die Interviewsituation strukturiert und steuert (KAISER, 2014, S. 5). Da für die Forschungsfrage zwei erfahrene Lehrerinnen als Expertinnen aus der schulischen Praxis befragt wurden, wurde mit Hilfe des Leitfadens ein Experteninterview durchgeführt. Qualitative Experteninterviews können als ein systematisches und theoriegeleitetes Verfahren der Datenerhebung in Form der Befragung von Personen definiert werden, die über exklusives Wissen verfügen. In Experteninterviews wird der Gesprächspartner als „Lieferant von Informationen“ befragt, weshalb im Vergleich zum narrativen Interview biographische Daten zunächst grundsätzlich keine Rolle spielen. Ebenso kommt dem Interviewer die Aufgabe zu, das Gespräch so zu steuern, dass die erwarteten Informationen auch tatsächlich generiert werden können (KAISER, 2014, S. 2-6). Das Experteninterview stellt somit eine Variante von Leitfadeninterviews dar (NIEBERT & GROPPENGIEßER, 2014, S. 124f.).

Der Leitfaden wurde mit Hilfe von Microsoft Word 2013 und Hinweisen aus der Fachliteratur entwickelt. Dafür wurden zunächst Fragen erstellt, die dann kritisch mit einer Checkliste überprüft wurden (DRESING & PEHL, 2013, S. 10f.). Nachdem zunächst 15 Fragen erstellt wurden, überprüften diese die Projektbeteiligten aus dem Forschungsprojekt. Zum Schluss wurde der Leitfaden auf insgesamt zwölf Fragen reduziert, die auf das Lernsetting, Kompe-

tenzen, Theorie- und Praxisanteile, geographische Fachmethoden, den Medieneinsatz etc. abzielen. Am Ende des Leitfadens finden sich biographische Angaben. Der Leitfaden wurde für eine Interviewzeit von maximal 30 Minuten angelegt. Bevor die Interviews im Feld zum Einsatz kamen, wurde der Leitfaden hinsichtlich seiner Praxistauglichkeit in Form eines Probeinterviews getestet. Der komplette Leitfaden findet sich im Anhang dieser Arbeit.

Mit Hilfe der Experteninterviews wurden die zwei Lehrkräfte über ihre Vorerfahrungen, Wünsche und Anregungen zu einem Lernmodul in der Fernerkundung vor Ort in der Schule hintereinander im Einzelgespräch befragt. Die Interviews wurden mit Hilfe eines Smartphones und eines iPads aufgezeichnet, ebenso wurden handschriftliche Notizen angefertigt. Zur Datensicherung wurden die Audiodaten direkt im Anschluss der Interviews an die eigene E-Mail-Adresse versandt.

100	I: Haben Sie Beispiele für die Prozesse der Erde? #00:07:01-1#
101	
102	B1: Vulkanismus, Plattentektonik (...) #00:07:14-1#
103	
104	I: Gut, welche Fachmethoden sind Ihnen denn beim Einsatz eines
105	Fernerkundungsmoduls besonders wichtig. Des haben wir jetzt ja schon fast oben
106	genannt mit Orientierung, Kartenarbeit aber vielleicht haben Sie noch ein paar
107	Anregungen? (...) #00:07:29-1#
108	
109	B1: Bei der sozialen Kompetenz wär's mir eben wichtig, dass meine Schüler
110	selbstständig alleine arbeiten (...) Das wär wünschenswert, also wenn des, wenn uns
111	da n bisschen unterstützt werden könnte. Und ich denk, dass man sie deshalb auch
112	ziemlich führen muss (...) und ermuntern (...) Und die Methodenkompetenz haben wir
113	ja schon besprochen. Kartenarbeit, Orientieren ähm Umgang mit Medien (...)
114	Satellitenbilder (...) Ergebnissicherung wär ma noch wichtig und dass die äh
115	Ergebnisse wiederholbar sind (...) für die Schüler (...) #00:08:29-9#
116	
117	I: Gut, vielen Dank. Ähm würden Sie dabei n analoges oder digitales Lernmodul
118	bevorzugen? (...) #00:08:35-2#
119	
120	B1: N digitales. #00:08:35-5#
121	
122	I: N digitales und vielleicht können Sie's auch begründen? (...) #00:08:39-7#
123	
124	B1: Für die Schüler ist es also zum einen wesentlichen attraktiver, zum anderen kann
125	man mit digitalen Modulen viel aktueller sein (...) kann (...). Die Schüler durch die
126	(mittigen der Tasten?) sind einfach viel aktiver an der Sache und näher an der Sache
127	dran, find ich dann (...) Bildschirm (...) #00:09:02-9#

Abbildung 31: Beispieltranskript eines Experteninterviews (Quelle: eigene Darstellung)

Die Daten der Experteninterviews wurden mit Hilfe des Programms *f4* transkribiert. Dabei wurde ein Basistranskript nach GAT³³ ohne Erweiterungen verwendet, um den Fokus auf den Inhalt des Redebeitrages zu setzen (DRESING & PEHL, 2013, S. 17ff.). Die Abbildung oben (vgl. Abb. 31) zeigt dies an einem Ausschnitt eines Experteninterviews. I steht für den Interviewer, B1 für Befragte 1. Das Transkript wurde nach der Eingabe in *f4* in eine PDF-Datei exportiert und für die bessere Orientierung mit einer Zeilennummerierung versehen. Es wurde wörtlich transkribiert und die Interpunktion wurde zu Gunsten der Lesbarkeit geglättet, d.h. bei kurzem Senken der Stimme oder nicht eindeutiger Betonung wurde eher ein Punkt als ein Komma gesetzt. Wortverschleifungen, Wort- und Satzabbrüche wurden mit transkribiert, um die Sprache nicht zu verfälschen. Pausen wurden durch drei Auslassungspunkte in Klammern (...) markiert. Bestand eine Antwort aus „mhm“ ohne jegliche weitere Ausführung, wurde dies je nach Interpretation als „mhm (bejahend)“ oder „mhm (verneinend)“ erfasst. Besonders betonte Wörter oder Äußerungen wurden durch GROSSSCHREIBUNG gekennzeichnet. Jeder Sprecherbeitrag erhielt einen eigenen Absatz. Zwischen den Sprechern wurde jeweils eine freie, leere Zeile eingefügt. Auch kurze Einwürfe wurden in einem separaten Absatz transkribiert und an jedem Ende eines Absatzes wurden Zeitmarken eingefügt. Emotionale nonverbale Äußerungen der befragten Person und des Interviewers, welche die Aussage unterstützen oder verdeutlichen (z.B. lachen oder seufzen), wurden beim Einsatz in Klammern notiert. Unverständliche Wörter wurden mit (unv.) gekennzeichnet. Längere unverständliche Passagen wurden möglichst mit der Ursache versehen (unv., Handystörgeräusch) oder (unv., Mikrofon rauscht). Falls ein Wortlaut vermutet wurde, aber nicht sicher war, wurde das Wort bzw. der Satzteil mit einem Fragezeichen in Klammern gesetzt (z.B. Xylomethanolin?). Generell wurden alle unverständlichen Stellen mit einer Zeitmarke versehen, wenn innerhalb von einer Minute keine Zeitmarke gesetzt wurde. Das Transkript wurde als Rich Text Format (.docx-Datei) gespeichert und die Datei entsprechend des Audiodateinamens (ohne Endung wav, mp3) benannt:

³³ GAT = Gesprächsanalytische Transkription

Transkript_18.Juni201513.2548(INTERVIEW1_FrauS).rtf (DRESING & PEHL, 2013, S. 21ff.).

f4 (für Windows) und *f5* (für Mac) unterstützen bei der Transkription, dem eigenhändigen Abtippen von Gesprächssituationen aus Audio- und Videoaufnahmen (vgl. Abb. 32). Sie erleichtern die Arbeit durch die Verlangsamung der Abspielgeschwindigkeit ohne Tonhöhenänderung, die Steuerung mit der Taste F4 bzw. F5, einen automatischen kurzen Rücksprung beim Pausieren, die Wiedergabe und das automatische Einfügen von Zeitmarken und Textbausteinen per Tastenkombination. Das in *f4* und *f5* erzeugte Transkript wird nach Ende der Tipparbeit inklusive Zeitmarken als typische Worddatei im rtf-Format abgespeichert (DRESING & PEHL, 2013, S. 33). Die Transkripte befinden sich im Anhang dieser Masterarbeit.

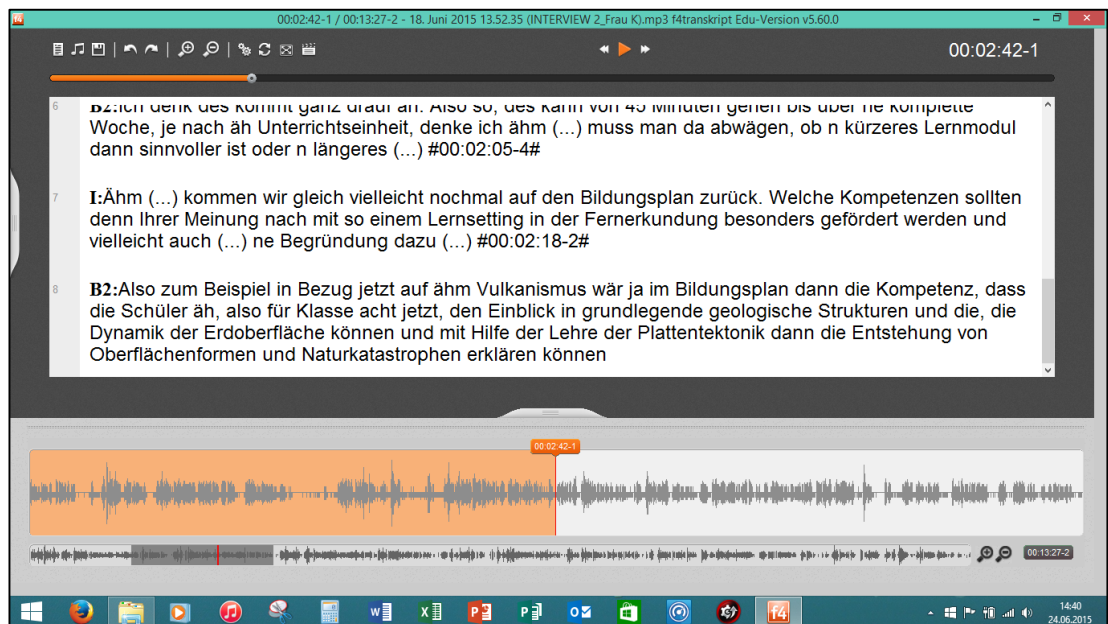


Abbildung 32: Screenshot von f4 (Quelle: f4 [24.06.15])

Die qualitative Auswertung der Transkripte erfolgte mit Hilfe des Programms *f4analyse* (vgl. Abb. 32). Da es bei nur zwei durchgeführten Interviews nicht sinnvoll erschien, eine qualitative Inhaltsanalyse vorzunehmen, wurde mit *f4analyse* thematisch codiert. Das übergeordnete Thema war dabei das „Lernsetting“. Die Bestandteile des Codesystems (siehe Anhang) waren

Dauer, Kompetenzen, Theorie- und Praxisanteil³⁴, Themenwünsche, geographische Fachmethoden, Medieneinsatz und die Art des Lernmoduls (analog, digital). Die Interviews wurden in fünf Schritten analysiert: Als erstes wurden die beiden Interviews mit Hilfe des Programms *f4* abgetippt und transkribiert (siehe oben). In einem zweiten Schritt wurde das Transkript mit Hilfe von *f4analyse* gelesen, entdeckt und relevante Textstellen markiert und kommentiert. Während des ersten Durcharbeitens wurden Stichpunkte gesammelt, die wesentliche Eckpunkte des Interviews zusammenfassen. Drittens wurde der Text mit Hilfe eines Ordnungssystems strukturiert und passende Textstellen und Kommentare wurden in das Codesystem einsortiert. In einem vierten Schritt wurde das strukturierte Material gebündelt und zusammengefasst und im letzten Schritt reflektiert und die Theorie für das Lernsetting und Lernmodul entwickelt (DRESING & PEHL, 2013, S. 35-41).

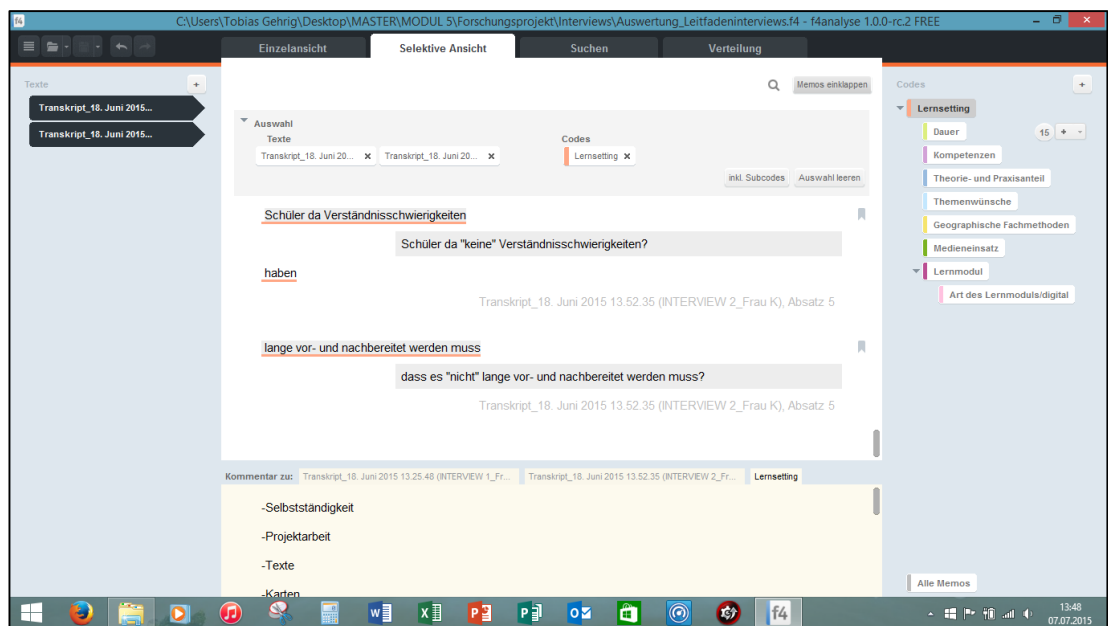


Abbildung 33: Codesystem in selektiver Ansicht (Quelle: f4analyse [07.07.15])

3.4.2 Konzeption des Lernmoduls (Prototyp A)

Bevor in diesem Unterkapitel die Konzeption des Lernmoduls (Prototyp A) vorgestellt wird, soll zunächst geklärt werden, was der Autor unter einem Lernmodul versteht. Betrachtet man die eingängige Fachliteratur, findet sich

³⁴ Theorie meint hier die Einführung in die Fernerkundung und den geographischen Hintergrund; Praxis die tatsächliche, aktive Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild und dem Programm BLIF

auf Anhieb keine genaue Definition für ein Lernmodul. Daher wird hier der Versuch einer Definition unternommen: Ein Lernmodul ist eine meist digitale Lerneinheit, das kompakte Wissen zu einem Themenbereich in einem Arbeitsmaterial (meist online) bündelt. Unter einem Lernmodul versteht der Autor eine digitale oder analoge Lerneinheit, die zielführend kompakt geballtes Wissen zu einem Themenkomplex selbstständig erarbeiten lässt. Dabei wird in einem Lernmodul in der Regel ein Themenbereich vertieft bearbeitet. Unter einem webbasierten Lernmodul wird eine digitale, online verfügbare Lerneinheit verstanden, die ohne Hilfe von außen selbstorganisiert bearbeitet werden kann. Die Themen und Inhalte sind so aufbereitet, dass diese online selbst angeeignet und überprüft werden können, ohne dass ein Nachlesen in Fachliteratur dafür notwendig wäre. Ein webbasiertes Lernmodul führt meist assistentengestützt durch die Lerneinheit. Es führt in das Thema ein, baut Wissen auf und prüft dieses nach und nach ab, bevor weitere Themen aufbereitet werden. Je nach Leistungs- und Wissensstand der Lernenden können dabei adaptive Lernpfade eingeleitet werden (FUCHSGRUBER, 2014), d.h. Wissen wird entweder wiederholt, aufbereitet oder vertieft. Ziel eines webbasierten Lernmoduls ist es, einen Themenbereich in kurzer Zeit so aufzubereiten, dass Lernende einen Wissenszuwachs dadurch verzeichnen können. Das webbasierte Lernmodul lässt sich demnach dem *E-Learning-Bereich*³⁵ zuordnen, da E-Learning das prozessorientierte Lernen in Szenarien bezeichnet, das mit Informations- und Kommunikationstechnologien sowie mit darauf aufbauenden Systemen unterstützt bzw. ermöglicht wird. Das wesentliche Element dabei sind WBT, also Web Based Trainings (ERPENBECK, SAUTER, & SAUTER, 2015, S. 5). Der E-Learning-Bereich steht für selbstorganisiertes Lernen mit Materialien, die über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Das selbst organisierte Lernen (SOL) wird äquivalent auch als selbst reguliertes Lernen, selbstständiges Lernen, selbst gesteuertes Lernen, ei-

³⁵ Unter E-Learning (englisch electronic learning = „elektronisch unterstütztes Lernen“, wörtlich: „elektronisches Lernen“), auch als E-Lernen (E-Didaktik) bezeichnet, werden alle Formen von Lernen verstanden, bei denen elektronische oder digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen. Für E-Learning finden sich als Synonyme auch Begriffe wie Online-Lernen, Telelernen, multimediales Lernen, computergestütztes Lernen, Computer-based Training, Open and Distance-Learning u.a. (KERRES, 2001 und KERRES, 2012).

genverantwortliches Lernen bezeichnet und deutet an, dass Lernende ihr Lernen selbstständig und selbstbestimmt planen, steuern und überprüfen (WÜTHRICH, 2013, S. 170-175).

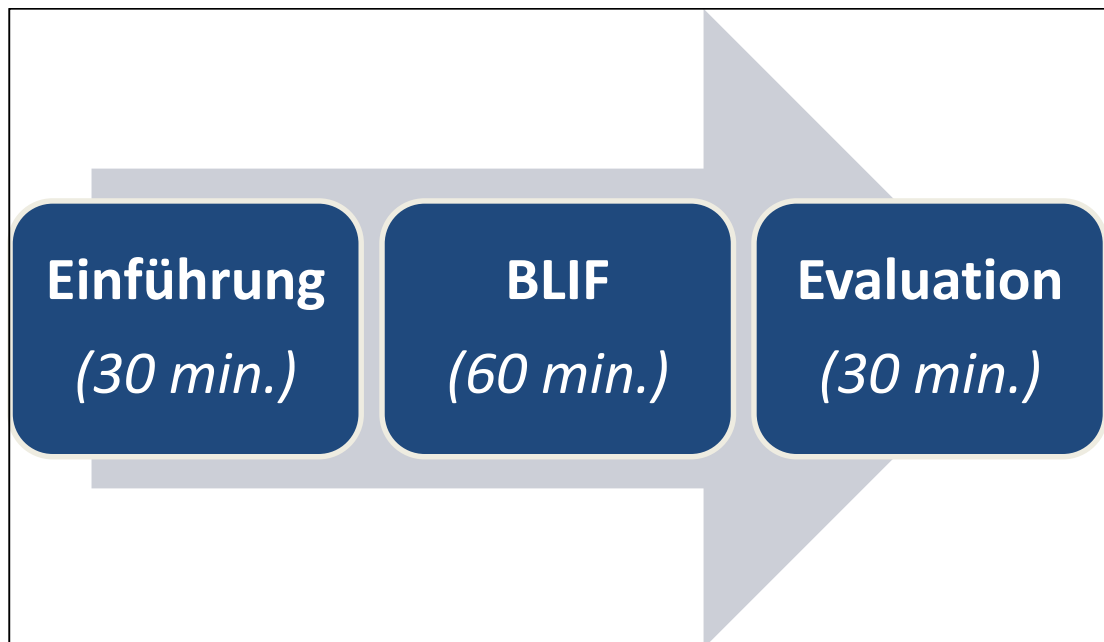


Abbildung 34: Konzeption des Lernmoduls Prototyp A (Quelle: eigene Darstellung)

Mit Hilfe der Aussagen aus den leitfadengestützten Experteninterviews (vgl. Kapitel 4) wurde der erste Prototyp A des Lernmoduls konzipiert. Das Konzept bestand aus einer Einführung, die 30 Minuten andauern sollte und in die Thematik der Fernerkundung und den geographischen Hintergrund zum Vulkanismus einführte. Das Thema Vulkanismus hat sich durch die Analyse der Bildungspläne von 2004 (vgl. Bildungsplan 2004 Realschule und Gymnasium) und der Themenwünsche aus den Interviews angeboten. Für die Einführung fiel die Wahl auf eine Power-Point-Präsentation, die mit einem stummen Impuls in das Thema Vulkanismus einführte. Dazu wurde ein Hörbeispiel des Ätna-Ausbruchs gewählt, der den Probanden am Anfang des Lernsettings vorgespielt wurde. Als Durchführungsort für den Test des Lernmoduls wurde die GIS-Station, das Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien gewählt, da dort eine herausragende Technik vor Ort ist und der Autor selbst Mitarbeiter für die GIS-Station war, was die Durchführung und Konzeption des Lernmoduls erheblich vereinfachte. Alternativ hätte das Lernmodul auch direkt vor Ort in der Schule getestet werden können, da es sich aber

um einen ersten Prototyp handelte und die technische Ausstattung der Schulen meist suboptimal ist (vgl. PISA-Studie), wurde davon abgesehen. Das Ziel von Space4Geography ist es, dass die angebotenen finalen Lernmodule direkt in den Schulen zum Einsatz kommen. Dafür sind aber technische Voraussetzungen, wie neue Computer, Highspeed-Internet, WLAN und oder Tablets notwendig. Die Einführung in das Thema wurde durch einen Dozentenvortrag (in diesem Fall durch den Autor selbst) gehalten. Dabei wurde viel Wert auf Anschaulichkeit via Bild- und Filmmaterial aber auch auf den Einsatz digitaler Lernmodule (FIS = Fernerkundung in Schulen³⁶) und originalem Anschauungsmaterial (Vulkanasche und Vulkangesteine) gelegt. Die Präsentation zur Einführung findet sich im Anhang dieser Arbeit in digitaler Form auf CD-ROM.

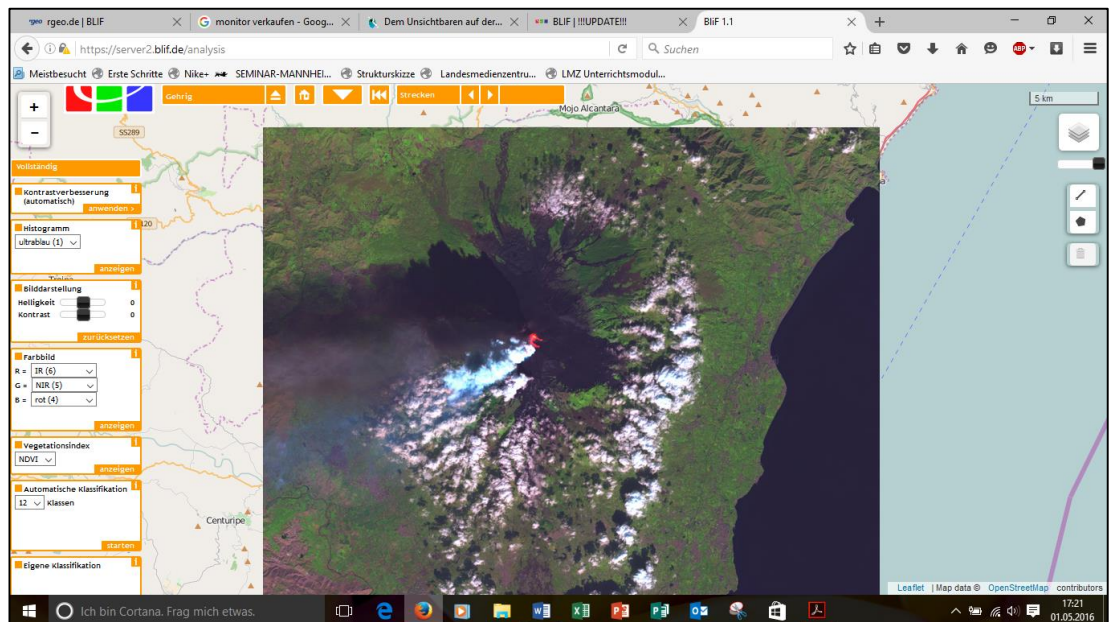


Abbildung 35: Hauptinterface der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF 1.1 (Quelle: BLIF [01.05.16])

Der Hauptteil des Lernmoduls bestand aus einem analogen Arbeitsblatt (siehe Anhang) und der Auseinandersetzung eines LANDSAT 8-Satellitenbildes³⁷ des Ätnas aus dem Jahr 2013 unter Verwendung der webbasierten Lernsoftware BLIF in Version 1.1 (vgl. <https://server2.blif.de/>

³⁶ Vgl. <http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/dem-unsichtbaren-auf-der-spur> [01.05.16]

³⁷ Kostenloser Download der Satellitenbilder (LANDSAT 4-8) unter <http://glovis.usgs.gov/> (Benutzerkonto erforderlich)

[01.05.16]). Für den Hauptteil des Lernmoduls wurden ca. 60 Minuten geplant. Dafür mussten vorab Schüler-Accounts erstellt werden, damit diese mit der Software BLIF arbeiten konnten und Nutzungsstatistiken aufgezeichnet werden konnten. Die Probanden wurden darüber vor dem Testlauf informiert und stimmten der Aufzeichnung ihrer Nutzungsdaten zu.

Mit Hilfe der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) wird es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, eingebunden in eine problemorientierte, geographische Fragestellung, selbstständig Fernerkundungsdaten zu bearbeiten und auszuwerten. Die Anwendungsgebiete von BLIF sind fächerübergreifend und stellen enge Verbindungen sowohl zu den naturwissenschaftlichen und mathematischen Fachbereichen als auch zur Informationstechnik her. Die möglichen inhaltlichen Fragestellungen sind hierbei sehr weit gestreut. Sie reichen von aktuellen Fragestellungen, wie Klimawandel, Desertifikation oder Umweltverschmutzung bis hin zu Themengebieten wie Stadtentwicklung, Tourismus, landwirtschaftliche Nutzungsformen, Naturkatastrophen oder Exploration von Rohstoffen. Der Funktionsumfang des Programms reicht dabei von reinen Grundfunktionen, über Möglichkeiten der Bildaufbereitung, Bildbearbeitung und Bildklassifikation bis zur Möglichkeit der Bildauswertung und Bilddarstellung. Ein zentrales Kennzeichen dieser Fernerkundungssoftware ist die altersgemäße und intuitive Bedienbarkeit. Hierzu stehen den Nutzern sechs wählbare Assistenten in drei Schwierigkeitsstufen mit Rat und Tat zur Seite. Die Hilfestellungen sind kurz und verständlich, zusätzlich sind alle Schlüsselbegriffe intern verlinkt. Bei Bedarf kann sich der Anwender, durch ein sich öffnendes Popup-Fenster, weitere Erklärungen anzeigen lassen. Um das pädagogische Potenzial von BLIF nicht durch schulisch-administrative Zwänge einzuschränken, ist die Software als Webanwendung konzipiert. Dadurch haben alle Nutzer weltweit und ohne mühsame Installation Zugriff auf die kostenlose Fernerkundungssoftware Blickpunkt Fernerkundung (SIEGMUND, DITTER, & NAUMANN, 2016).

Die Abschluss- und Ergebnispräsentation inklusive der Evaluationsrunde, die online mit Hilfe von Google Forms durchgeführt wurde, betrug ca. 30 Minuten. In der Abschluss- und Ergebnispräsentation wurden die wichtigsten Erkenntnisse des Lernmoduls „Leben an und mit dem Vulkan“ gemeinsam be-

sprochen und die Lernenden konnten Rückfragen stellen. Die Gesamtkonzeption des Lernmoduls im Prototyp A betrug damit ca. 120 Minuten inklusive Evaluation und kurzen Pausen zwischen den einzelnen Phasen.

3.4.3 Konzeption der Schülerevaluation

Um die Konzeption des Lernmoduls (Prototyp A) evaluieren, auswerten und in weiteren Schritten optimieren zu können, wurde das Lernsetting und das Lernmodul mit Hilfe einer Schüler- und Lehrerevaluation untersucht. Der Einfachheit halber wurde die Evaluation in Schüler- und Lehrerevaluation unterteilt und in dieser Masterarbeit in zwei Unterkapiteln beschrieben.

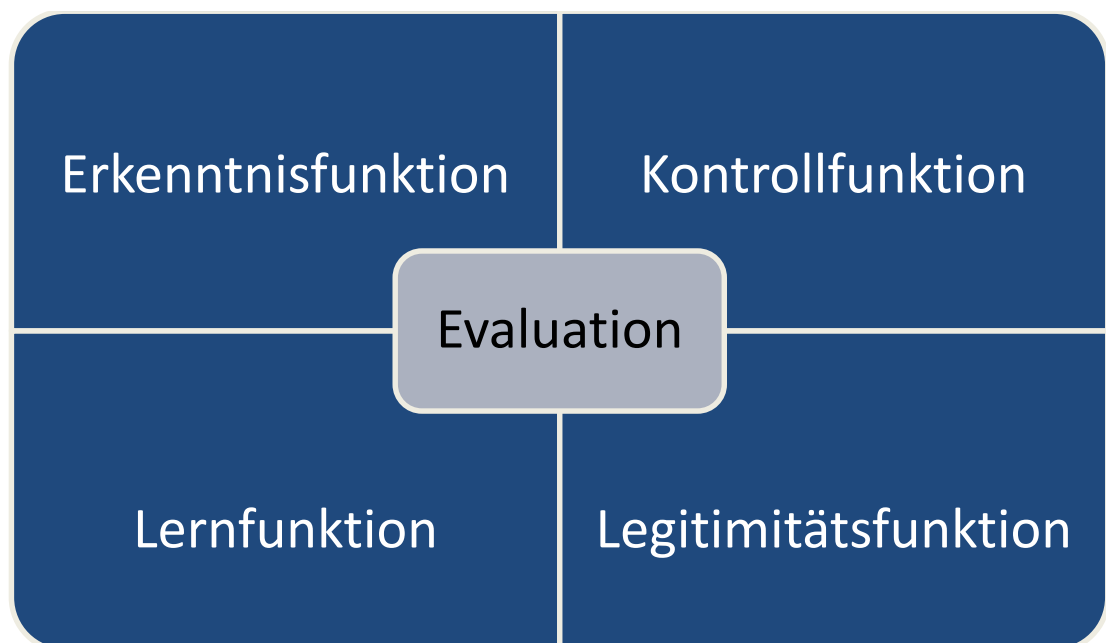


Abbildung 36: Zielfunktionen einer Evaluation (Quelle: eigene Darstellung nach STOCKMANN 2002, S. 3)

Grundsätzlich können mit einer Evaluation vier miteinander verbundene Ziele angesteuert werden (vgl. Abb. 36). Die Erkenntnisfunktion liefert Informationen darüber, ob z.B. das Lernsetting reibungslos funktioniert, welchen Bedarf die Zielgruppe hat, ob die Maßnahmen die Zielgruppe erreichen, wie es mit der Akzeptanz des Lernmoduls bestellt ist, ob die Durchführungsorganisationen in der Lage sind, das Lernmodul effektiv und effizient einzusetzen, wie sich die Rahmenbedingungen verändert haben, wie sich das auf das Lernsetting oder die Zielerreichung und die Lernmodulwirkungen ausgewirkt hat, welche Beiträge das Lernmodul zur Lösung des identifizierten Problems liefert, ob die beobachteten Veränderungen wirklich auf das Lernmodul oder

andere Faktoren zurückgeführt werden können usw. Ziel der Erkenntnisfunktion ist folglich die Gewinnung von Erkenntnissen, um diese anhand der vereinbarten oder der im Lernmodul bereits vorgegebenen Bewertungskriterien zu beurteilen und um daraus Handlungsentscheidungen abzuleiten (STOCKMANN, 2002, S. 3-4). Mit jeder Evaluation ist direkt bzw. indirekt eine Kontrollfunktion verbunden. Eine Evaluation legt dabei offen, ob alle an dem Lernmodul beteiligten Personen und Faktoren ihre Aufgaben erfüllen (STOCKMANN, 2002, S. 4). Jede Evaluation bietet ebenso eine Lernfunktion, d.h. sie bietet die Chance für Transparenz und Dialog. Mit Hilfe der Evaluation können Dialoge zwischen „Stakeholdern³⁸“ ermöglicht werden. Auf Basis der Ergebnisse aus der Evaluation können Optimierungen am aufbereiteten Lernsetting und Lernmodul vorgenommen werden. Folglich bietet jede Evaluation einen Grundstein für gemeinsames Lernen. (STOCKMANN, 2002, S. 4). Die Evaluation stellte aber ebenso eine Legitimitätsfunktion dar, denn mit Hilfe der gewonnenen Daten bietet die Evaluation die Möglichkeit, nachprüfbar nachzuweisen, mit welchem Input, welcher Output und welche Wirkungen über die Zeit hinweg erzielt wurden. So kann wissenschaftlich dargelegt werden, inwiefern das Lernsetting und Lernmodul den Satellitenbildeinsatz in der Schule fördert (STOCKMANN, 2002, S. 4). Damit stellt die Evaluation des Lernmoduls eine Legitimation dieser Arbeit dar.

Zur Evaluation des Lernmoduls wurde sich für eine Online-Evaluation mit Google Forms entschieden, da sich diese Arbeit mit der Entwicklung eines „webbasierten Lernmoduls“ beschäftigt und es daher, im Hinblick auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler und dem Zeitalter des 21. Jahrhunderts und der Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE), von Vorteil ist mit Hilfe einer Online-Evaluation zu arbeiten. Die Schülerinnen und Schüler arbeiteten ohnehin bereits am Computer, deshalb erschien es wenig sinnvoll, die Evaluation in klassischer Papierform auszugeben, da die Annahme bestand, dass dies die Lernenden demotivieren könnte (vgl. hierzu PISA-Studie, JIM-Studie unter Kapitel 2.2.2). Das kostenlose Online-Tool von *Google Formulare* oder engl. *Google Forms* (<https://docs.google.com/forms> [06.05.16]) bietet mehrere Vorteile und auch einige Nachteile, die hier kurz

³⁸ Mittelgeber, Durchführungsorganisation, Zielgruppen, sonstige Beteiligte und Betroffene

erläutert werden. Ein großer Vorteil dieses Online-Tools ist natürlich, dass es kostenlos ist und einfach zu bedienen ist. Durch mehrere Updates von Google wird das Tool immer aktuell gehalten und den neuen Herausforderungen in Technik und Umwelt angepasst. Ein weiterer Vorteil durch den Einsatz einer Online-Befragung ist, dass die Fragen online eingegeben werden können und gespeichert werden. Die Papierform entfällt somit sowohl bei der Erstellung der Evaluation oder des Fragebogens, als auch bei der Durchführung oder Testung. Ein sehr großer Vorteil ist, dass die Ergebnisse direkt online angezeigt werden können und sogar bereits durch Google zusammengefasst werden und somit sehr einfach und zeitsparend ausgewertet werden können, da die Ergebnisse sowohl gespeichert, gedruckt und exportiert (bspw. als Excel-Tabelle oder in SPSS) werden können. Die Online-Evaluation kann jedem Tester via Link zugänglich gemacht werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit dies per E-Mail an ein Befragungsfeld zu senden, den Link in sozialen Netzwerken (wie Twitter oder Facebook) zu teilen und mehrere Projektbeteiligte als Leser oder Autoren einzutragen. Somit ist eine Projektbearbeitung innerhalb einer oder mehrerer Forschungsfragen sehr einfach zu handhaben. Die Online-Evaluation wird durch Google Forms automatisch organisiert und ausgewertet, d.h. Antworten der Befragung werden automatisch und übersichtlich in Echtzeit inklusive Statistiken erfasst (vgl. Google Forms). Nachteile der Online-Evaluation könnten sein, dass ein gültiger Benutzer-Account bei Google erforderlich ist, was für Android-Nutzer kein Problem darstellt, da diese bereits über einen Google-Account verfügen. Apple-Nutzer müssten hier zusätzlich einen weiteren Account erstellen, um auf Google Formulare zuzugreifen. Ebenso könnte es als Nachteil angesehen werden, dass die Daten der Online-Evaluation auf Servern in den USA liegen und man somit nicht hundertprozentig sicher sein kann, wo sich die Daten befinden. Da es sich in dieser Forschungsarbeit um eine qualitative Untersuchung handelte und nicht tausende Daten gespeichert werden mussten, wurde trotz des Datenschutzrisikos, durch Google und die USA, die Online-Variante von Google gewählt, da mit dem eigenen Benutzer-Account des Autors sichergestellt wurde, dass ausschließlich der Verfasser und die Projektmitarbeiter von Space4Geography Zugriff auf die Evaluation und deren Daten hatten. Die Probanden wurden vor der Durchführung der Online-

Evaluation auf die Verwendung der Daten innerhalb dieser Forschungsarbeit hingewiesen und haben dem zugestimmt.

Die Online-Evaluation bestand aus sechs verschiedenen Fragebereichen mit insgesamt 97 Items, die jeweils mit optionalen Begründungen beantwortet werden konnten. Die Evaluation wurde für einen maximalen Bearbeitungszeitraum von 30 Minuten konzipiert (siehe Anhang). Die sechs Fragebereiche waren Angaben zur Person (A), Fragen zum Lernmodul (B), Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern (C), Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D), Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer € und Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F). Da der Test des Lernmoduls in der GIS-Station, dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien, durchgeführt wurde, bestanden die Fragebereiche (A) und (B) aus den Evaluationen der GIS-Station, die für die Online-Evaluation verändert wurden. Die Fragebereiche (C) bis (F) sind validierte Fragen, die nach DITTER 2013 adaptiert wurden (DITTER, 2013, S. 226ff.). Die Online-Evaluation wurde einem Expertenrating unterzogen, um sicherzustellen, dass das Erhebungsinstrument für den Test des Lernmoduls geeignet ist.

Die ersten sieben Fragen bestanden aus Angaben zur Person (A) und beinhalteten Items, wie das Geschlecht, das Alter, die besuchte Schulart, die Klassenstufe, das Geburtsland und die letzte Zeugnisnote (Note 1 bis 6) im Fach Geographie/EWG³⁹/GWG⁴⁰.

Die Fragen zum Lernmodul (B) bestanden aus mehreren Frageteilen, wie Vorerfahrungen zu Geomedien, Bewertung des Lernsettings (der GIS-Station) und des Kurses, die mit Schulnoten von 1 bis 6 bewertet wurden und die Einschätzung des Lernmoduls, wobei hier eine Skala von 1 bis 5 (1 = stimmt überhaupt nicht bis 5 = stimmt völlig) gewählt wurde, um eine Tendenz zur Mitte zu gewährleisten. Grundlage dafür war die klassische Likert-Skala (LIKERT, 1932). Unter der Likert-Skala versteht wird ein Verfahren zur Messung persönlicher Einstellungen verstanden, wobei die Skalen aus mehreren Items vom Likert-Typ bestehen. Diese können Aussagen sein, denen

³⁹ EWG = Erdkunde-Wirtschaftskunde-Gemeinschaftskunde (Realschule BW ab 2004)

⁴⁰ GWG = Geographie-Wirtschaft-Gemeinschaftskunde (Gymnasium BW ab 2004)

die Befragten auf einer vorgegebenen mehrstufigen Antwortskala mehr oder weniger stark zustimmen oder die diese ablehnen können. Die Punktwerte der einzelnen Antworten werden dabei ungewichtet addiert und ergeben damit den Wert der Skala (LIKERT, 1932). In dieser Evaluation wurden Bewertungen immer mit Hilfe von Schulnoten erfasst, da diese den Schülerinnen und Schülern vertraut sind. Die persönliche Einschätzung wurde dagegen mit einer ungeraden Likert-Skala erhoben, um auch eine Unentschlossenheit zu ermöglichen. Der sechste Teil im Frageblock B beinhaltete Verbesserungsvorschläge, die offen beantwortet werden konnten.

Die Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern € bezogen sich auf das eigene Lernen der Schülerinnen und Schüler und sollten damit die Motivation der Lernenden widerspiegeln. Die entsprechenden Fragen (siehe Anhang) wurden mit freundlicher Genehmigung⁴¹ von DITTER 2013 adaptiert. Genau wie in der Dissertation von DITTER, wurden auch für diese Masterarbeit unterschiedliche Testinstrumente zur Erfassung der Motivation in Betracht gezogen. Der Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (FAM) erschien hier auf den ersten Blick als sinnvolles Testinstrument (RHEINBERG, VOLLMEYER, & BURNS, 2001). FAM wurde ursprünglich für digitale Lernsituationen mit höheren Anforderungen an den Selbstregulationsprozess der Testpersonen entwickelt, jedoch primär für Studierende und Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II (DITTER, 2013, S. 53). Da für das vorliegende Forschungsprojekt die Zielgruppe jedoch Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I waren, kam der Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen nicht in Frage. Ebenso wurde diskutiert, ob die Evaluation zu Beginn, während und nach dem Testlauf stattfinden soll, um mögliche (Motivations-)unterschiede ausmachen zu können. Um den Testlauf nicht zu unterbrechen, wurde allerdings davon abgesehen und die Evaluation des gesamten Lernsettings am Ende des Testlaufs eingebunden. Mit Hilfe der „Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern“ konnten die Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern abgeleitet werden (MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007).

⁴¹ Großer Dank geht an dieser Stelle an Dr. Raimund Ditter für die Beratung und Bereitstellung des Fragebogens zur Erstellung der Online-Evaluation

Die Selbstbestimmungstheorie (Self-Determination Theory: SDT) nach Deci & Ryan bildet die theoretische Basis des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A). Ein sehr großer Vorteil dieser Skalen ist, neben der Adressatengemäßheit, vor allem die Möglichkeit der differenzierten Analyse der Motivationsprozesse. Ebenso ermöglicht die Verwendung der Skalen eine genaue Erfassung des jeweiligen Selbstbestimmungsgrades der Schülerinnen und Schüler. Folglich können so Rückschlüsse auf die Qualität der entsprechenden Bildungsprozesse gezogen werden (DITTER, 2013, S. 53-54). Letztendlich bestand der Frageteil zum Lernen mit Satellitenbildern € aus insgesamt 17 Items, welche die intrinsische und extrinsische Motivation abfragte. Die extrinsische Motivation weist nach DECI & RYAN, 2002 vier Regulationsstile extrinsischer Motivation auf:

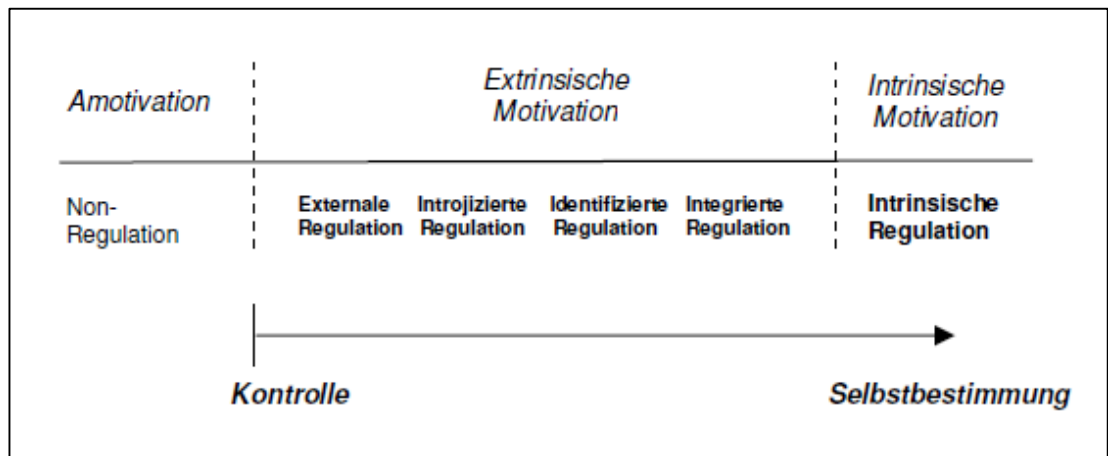


Abbildung 37: Das Kontinuum der Selbstbestimmung (Quelle: DECI & RYAN, 2002, S. 16)

- Externale Regulation: basiert auf externalen Kontingenzen, wie dem Erreichen von Belohnungen oder Vermeidung negativer Konsequenzen
- Introjierte Regulation: Handlungen, die auf selbstwertbezogene Kontingenzen abzielen, wie z.B. eine Lernhandlung durchzuführen, um anderen zu gefallen, oder weil „es sich gehört“, auf eine bestimmte Art und Weise zu handeln
- Identifizierte Regulation: persönliche Relevanz einer (Lern)handlung steht im Mittelpunkt, z.B. schätzt ein Lerner ein Schulfach als eher uninteressant ein, erkennt aber, dass die Inhalte des Faches für die Ab-

schlussprüfung oder seine spätere Berufsausbildung von Nutzen sein können.

- Integrierte Regulation: *der am meisten auf Selbstbestimmung beruhende Regulationsstil der extrinsischen Motivation; resultiert aus der Integration von Werten, mit denen sich das Individuum identifiziert, in das „autonome Selbst“ der Person (MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 4-6).*

Die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D) geben Aufschluss über das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler im Fach Geographie. Zur Erfassung des akademischen Selbstverständnisses der Schülerinnen und Schüler dienten zwei verschiedene konzipierte Erhebungsbögen als Grundlage. Zum einen waren das die „Facetten des schulischen Selbstkonzepts“ nach ROST und SPARFELDT. Sie entwickelten ein „Verfahren zur Messung des differentiellen Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten“ (ROST & SPARFELDT, 2002). Zum anderen die „Skalen zum akademischen Selbstkonzept“ von DICKHÄUSER et al. (DICKHÄUSER, SCHÖNE, SPINATH, & STIENSMEIER-PELSTER, 2002). Zunächst bestand der Frageteil zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D) wie bei DITTER (2013) aus 23 Items, die jedoch aufgrund des Umfangs der Online-Evaluation auf fünf Fragen reduziert wurden.

Die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer € bestand aus sieben Items, die widerspiegeln, inwiefern die Probanden sich selbst im Umgang mit dem Computer einschätzen. Die Items wurden von DITTER 2013 adaptiert. Grundlage dieses Fragebereiches waren für DITTER zum einen die „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung“ (SPANNAGEL & BESCHERER, 2009), wobei dieses Erhebungsinstrument mit 30 Items zu umfangreich erschien, und eine von SCHWEIZER et al. (2010) in Anlehnung an die Fragebögen der Computer User Self-Efficacy Scale (CUSE Scale) von CASSIDY & EACHUS (2002) entwickelte und getestete Kurzfassung (DITTER, 2013, S. 55).

Der letzte Teil der Online-Evaluation bestand aus Frageteilen zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F) und bestand aus sechs Items, die ebenfalls nach DITTER (2013) adaptiert wurden.

Grundlage hierfür waren eine Adaption des gekürzten Item-Kataloges zur Erfassung der Medienselbstwirksamkeit von SCHWEIZER et al. (2010) mit Bezug auf CASSIDY & EACHUS (2002), jedoch wurde auf das Item „Bei der Arbeit mit Computern habe ich Angst, Fehler zu machen“ verzichtet, da dies nicht zielführend erschien (DITTER, 2013, S. 56).

Nach Beendigung der Online-Evaluation bestand für die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit an einem Gewinnspiel für einen Amazon-Gutschein im Wert von 20€ teilzunehmen, um die Wertschätzung für die Teilnahme an diesem Forschungsprojekt zu suggerieren. Dazu konnten die Teilnehmenden freiwillig eine gültige E-Mail-Adresse hinterlassen. Am Ende der Evaluation entschied das Los über den Gewinn.

Die Online-Evaluation konnte live verfolgt werden, d.h. sobald jemand die Online-Evaluation abgeschickt hatte, erschien in Google Forms eine Zahl, die hochgezählt wurde, bis am Ende die zwölf Teilnehmerinnen und Teilnehmer das Lernmodul evaluiert haben. So konnte sichergestellt werden, dass auch alle an der Umfrage teilnahmen. Dank der Online-Variante konnten die Ergebnisse direkt durch Google eingesehen werden. Man konnte dabei alle Antworten einzeln ansehen oder eine Zusammenfassung anzeigen lassen. Ebenso war ein Export in Excel möglich, um Aussagen eines Teilnehmers zusammenzufassen. Da es sich um eine qualitative Studie handelte, war es nicht notwendig, Berechnungen von Korrelationen etc. in SPSS durchzuführen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse durch Google Forms erschien hier ausreichend, jedoch wurden die qualitativen Aussagen der Schülerinnen und Schüler erfasst und miteinander verglichen, um Übereinstimmungen und Unterschiede herauszufiltern. Dazu haben sich die Projektbeteiligten zur Auswertung der Ergebnisse getroffen. Alle Projektbeteiligten konnten die Ergebnisse zudem online einsehen, um sich einen Überblick zu verschaffen. Die Ergebnisse werden in Kapitel 4 vorgestellt und in Kapitel 5 diskutiert. Zur Überprüfbarkeit sind die Ergebnisse auch im Anhang ersichtlich.

3.4.4 Konzeption der Lehrerevaluation

Da die Eindrücke und Optimierungsvorschläge der Lehrkräfte getrennt von den Lernenden erhoben werden sollten, bedurfte es hier einer separaten Evaluation. Die begleitenden Lehrkräfte erhielten einen Standard-

Evaluationsbogen aus der GIS-Station in analoger, ausgedruckter Form, um Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge für das gesamte Lernsetting inklusive dem Lernmodul „Leben an und mit dem Vulkan“ abgeben zu können (siehe Anhang). Der Evaluationsbogen für Lehrkräfte bestand ebenso wie die Online-Evaluation aus sechs Teilen, die geschlossen und ausführlich beantwortet werden konnten: Informationen zur Person (A), Vorerfahrungen mit digitalen Geomedien (B), Bewertung der GIS-Station (C), Eindrücke (D), Bewertung des Lernsettings € und Verbesserungsvorschläge (F). Der Evaluationsbogen weist einen Seitenumfang von zwei Seiten auf und wurde für einen Bearbeitungszeitraum von ca. 15 Minuten konzipiert. Die Lehrkräfte füllten den Evaluationsbogen zeitgleich mit der durchgeführten Online-Evaluation der Schülerinnen und Schüler aus. Für den Standard-Evaluationsbogen wurde sich deshalb entschieden, da für den Test des Lernmoduls die Räumlichkeiten der GIS-Station zur Verfügung gestellt wurden und die Kursevaluationen so in einfacher und kurzer Zeit durchgeführt werden können. Ebenso kamen die Kursevaluationen bereits bei mehreren hundert Veranstaltungen der GIS-Station zum Einsatz, sodass hier eine gewisse Verlässlichkeit bescheinigt werden kann. Es wäre auch denkbar gewesen, die Lehrerevaluation ebenfalls online durchzuführen, jedoch wurde aufgrund von nur zwei begleitenden Lehrkräften davon abgesehen.

Am Anfang der Kursevaluation wurden Informationen zur Person (A) abgefragt. Dies beinhaltete Items zum Geschlecht, zu den Unterrichtsfächern und ob die Lehrkraft bereits Kurse der GIS-Station besucht hat. Anschließend konnten die Lehrkräfte ihre Vorerfahrungen mit digitalen Geomedien (B) bekannt geben. Darunter fielen GPS-Geräte, Digitale Karten, Satellitenbilder, Google-Maps, Google Earth, GIS-Programme etc. In der nächsten Fragekategorie konnten die Lehrkräfte die GIS-Station als Einrichtung bewerten (C). Hierzu konnten Räumlichkeiten, Ausstattung (PCs), Medien (Software), Betreuung und Pausen jeweils von sehr gut bis sehr schlecht bewertet werden. Auch Begründungen waren hier zulässig. Welche Eindrücke (D) die Lehrkräfte durch das heutige Lernsetting wahrgenommen haben, konnte im nächsten Item ausführlich beschrieben werden. Auf der Rückseite konnte das heutige Lernsetting € mit Hilfe von 10 Items zu Arbeitsunterlagen, didaktischer Aufbereitung, digitalen Angeboten, didaktischen Ausführungen, Integration der

Teilnehmer, Eingehen auf einzelne Schüler, Tempo des Kurses, Gesamtdauer des Kurses, Stimmung während des Kurses und der Deckung des Schulcurriculums bewertet werden. Eine Begründung war auch hier bei jedem Item optional zulässig. Im letzten Frageteil der Kursevaluation konnten Verbesserungsvorschläge (F) der Lehrkräfte zum Lernsetting und Lernmodul abgegeben werden. Frageitems dabei waren, was den Lehrkräften besonders gut gefallen hat, welche weiteren Kursthemen sie sich wünschen, was ihnen nicht gefallen hat und was beim nächsten Mal anders gemacht werden könnte. Diese Fragen konnten offen und ausführlich beantwortet werden. Zusätzlich zur Evaluation des Lernmoduls gab es teilweise mündliche Feedbackgespräche, die jedoch methodisch nicht eingeplant waren.

Da die Lehrerevaluation analog und nicht online durchgeführt wurde, mussten die Ergebnisse auch analog ausgewertet werden. Hierfür wurden die Ergebnisse gesichtet und das wichtigste zusammengefasst, was die weiteren Planungs- und Optimierungsschritte im Forschungsprojekt betraf. Es wurden Übereinstimmungen und Unterschiede zwischen den Aussagen der beiden Lehrkräfte herausgefiltert und zusammengefasst. Dazu haben sich, wie auch bei der Schülerevaluation, zur Besprechung und Auswertung der Daten in der Gruppe getroffen. Die Ergebnisse dazu finden sich in Kapitel 4.

3.4.5 Konzeption der teilnehmenden Beobachtung

Um neben den schüler- und lehrerorientierten Aussagen weitere qualitative Aussagen über das Konzept des Lernsettings und Lernmoduls treffen zu können, wurde zusätzlich zur Evaluation eine teilnehmende Beobachtung durchgeführt. Da der Autor selbst Dozierender während des Lernsettings war, konnte er nicht ausreichend beobachten. Daher erklärten sich zwei Projektbeteiligte bereit, das gesamte Lernsetting mit Hilfe eines Beobachtungsprotokolls zu beobachten. Nur bei der Beobachtung werden Handlungen und Kommunikation direkt zu dem Zeitpunkt, zu dem diese tatsächlich geschehen, erhoben. Die teilnehmende Beobachtung ist eine Methode, die ihren Ursprung in der Ethnologie und Kulturanthropologie findet. Die strukturierte Beobachtung zeichnet sich dabei durch ein relativ differenziertes System im Voraus festgelegter Beobachtungskategorien aus (LAMNEK, 2005, S. 714f.). Hierfür wurde ein Beobachtungsprotokoll erstellt, was den Schwerpunkt auf

das Schülerverhalten und auf die Unterrichtsmedien richtete (siehe Anhang). Auf der ersten Seite findet sich eine Kopfzeile, in der Datum, Zeit, Ort, Thema, Beobachter, Anzahl der (beobachteten) Schüler eingetragen werden. Darunter findet sich eine Verlaufsplanung, wie man sie aus Strukturskizzen im Unterricht kennt. In der linken Spalte wird die Zeit eingetragen, rechts daneben der Stundenverlauf, dann folgt die Beobachtung und die Deutung (Interpretation). Auf der zweiten Seite werden die Schwerpunkte der Beobachtung verdeutlicht. Insgesamt wurden sieben Schwerpunkte genauer beobachtet, darunter die Arbeitshaltung, das Sozialverhalten, Schwierigkeiten, selbstständiges Arbeiten, Gruppenprozesse und der Umgang mit Medien. Neben jedem Schwerpunkt sind auch Vorschläge von Beobachtungsmöglichkeiten zu finden. Der Schwerpunkt Arbeitshaltung kann z.B. über Aufmerksamkeit, Konzentration, Nachfragen bei Problemen, Arbeitshaltung, Umsetzung der Hilfestellung, Körpersprache (Mimik, Gestik) oder Nebenbeschäftigungen beobachtet werden. Das Sozialverhalten kann durch Interaktion mit Nachbarn oder gegenseitiges Helfen beobachtet werden. Schwierigkeiten können durch Ausdruck von Unverständnis, zielloses Herumklicken auf dem Computer oder auch wieder durch die Körpersprache beobachtet werden. Selbstständigkeit kann durch eigenständiges Arbeiten oder den Austausch mit Nachbarn beobachtet werden. Die Gruppenparameter können grundsätzliche Stimmung, Lautstärke, Kommunikation oder die Gruppendynamik selbst sein. Der Umgang mit Medien bzw. zielführendes Arbeiten mit dem Computer kann durch zielloses Herumklicken, stures Abarbeiten von Arbeitsschritten und Herumspielen am Computer analysiert werden.

Um die subjektive Wahrnehmung der Beobachtung zu minimieren, wurden für das Lernmodul zwei Beobachter eingesetzt. Im Anschluss an das Lernsetting wurden die Beobachtungen und Deutungen zunächst von den Beobachtern einzeln zusammengefasst und anschließend in eine Excel-Tabelle übertragen. So konnten verschiedene Sichtweisen und Gemeinsamkeiten miteinander verglichen und wichtige gemeinsame Beobachtungen in einer Word-Datei zusammengefasst werden. Über die gemachten Beobachtungen wurde dazu in einem Gruppengespräch der Projektbeteiligten gesprochen. Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung werden in Kapitel 4 dargestellt.

3.4.6 Zusammenfassung

Der erste Testzyklus des Forschungsprojektes „Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik“ umfasste einen Bearbeitungszeitraum von sechs Monaten (April 2015 bis September 2015). Zunächst wurde das Projekt geplant und Schulklassen mussten gefunden werden, was sich als kein einfacher Prozess herausstellte. Jedoch wurden letztendlich Schulklassen einer Privatschule gefunden, die auch im weiteren Projektverlauf die Zusammenarbeit zusicherten. Um die Konzeption des Lernmoduls möglichst für den schulischen Einsatz tauglich zu machen, wurden leitfadengestützte Experteninterviews mit den beiden begleitenden Lehrkräften in der Schule durchgeführt, um herauszufinden, welche Wünsche und Anregungen diese bezüglich des Lernsettings und Lernmoduls haben. Mit Hilfe der Aussagen aus den Interviews konnte das Lernmodul „Leben an und mit dem Vulkan“ konzipiert werden. Der Prototyp A bestand aus einer Einführung, einer Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild Ätna aus dem Jahre 2013 und einer Evaluation. Insgesamt zwölf Schülerinnen und Schüler einer 8. Realschulklasse und einer Gymnasialklasse inklusive ihrer Lehrerinnen nahmen am Test des Prototyps A teil. Mit Hilfe einer Evaluation des Lernmoduls konnten die Probanden Wahrnehmungen, Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge im Hinblick auf die Optimierung des Lernmoduls abgeben. Die teilnehmende Beobachtung konnte dabei das Schülerverhalten während der Bearbeitung des Lernmoduls festhalten.

3.5 Testinstrumente der Untersuchung im zweiten Testzyklus

Im Sinne des DBR-Ansatzes wurden aufgrund der Ergebnisse aus dem ersten Testzyklus (vgl. Kapitel 4) das Lernmodul optimiert und damit ein Prototyp B entwickelt (vgl. Abb. 38). In einem zweiten Testzyklus wurde der Prototyp B wieder mit Schulklassen getestet, sowie von Schülern und Lehrern evaluiert. Die Online-Evaluation wurde dabei einem Optimierungsprozess durch Experten unterzogen, da es zu einigen Problemen bei Schülerinnen und Schülern während der Evaluation kam. Eine teilnehmende Beobachtung kam im zweiten Testzyklus auch wieder zum Einsatz. Die eingesetzten Methoden werden in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

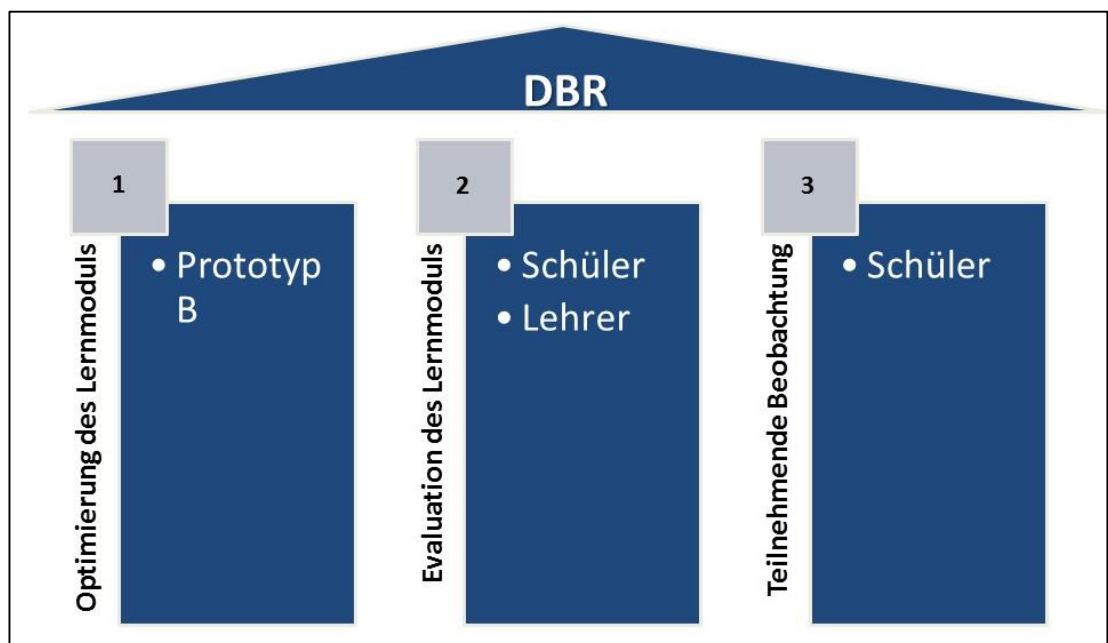


Abbildung 38: Testinstrumente im zweiten Testzyklus (Quelle: eigene Darstellung)

3.5.1 Optimierung des Lernmoduls (Prototyp B)

Aufgrund der Testergebnisse des Lernmoduls (Prototyp A) ergaben sich Optimierungsvorschläge aus Schüler- und Lehrersicht, die in einem Prototyp B des Lernmoduls eingebunden wurden (vgl. Ergebnisse in Kapitel 4).

Die Abbildung 39 zeigt das Re-Design des Lernmoduls, die sich durch den Optimierungsprozess im zweiten Testzyklus ergeben haben. Das gesamte Lernsetting wurde dahingehend verändert, dass die klassische Einführung

durch den Dozenten bzw. die Lehrkraft nicht mehr stattfindet, sondern die Fernerkundungsteile und geographischen Hintergrundinformationen zum Thema Vulkanismus inklusive des analogen Arbeitsblattes aus Prototyp A auf der Lernplattform *Space4Geography* (S4G) eingepflegt wurden. Die Lehrkraft bzw. der Dozierende agierte folglich als Lernbegleiter und Lernberater und das Lernmodul in Prototyp B ermöglichte einen selbstständigen Lernprozess der Schülerinnen und Schülern. Grundlage für diesen digitalen Optimierungsschritt waren insbesondere die Testergebnisse aus dem ersten Testzyklus (vgl. Kapitel 4) und die Einführung des neuen Bildungsplans in Baden-Württemberg, der ab September 2016 eingeführt wird. Im Hinblick auf die Gemeinschaftsschulen ist eines der Hauptziele, den Schülerinnen und Schülern eine selbstorganisierte Lernlandschaft zu ermöglichen und sie im Hinblick auf ihre individuellen Bedürfnisse zu begleiten und zu beraten (vgl. Kapitel 2.2.5).

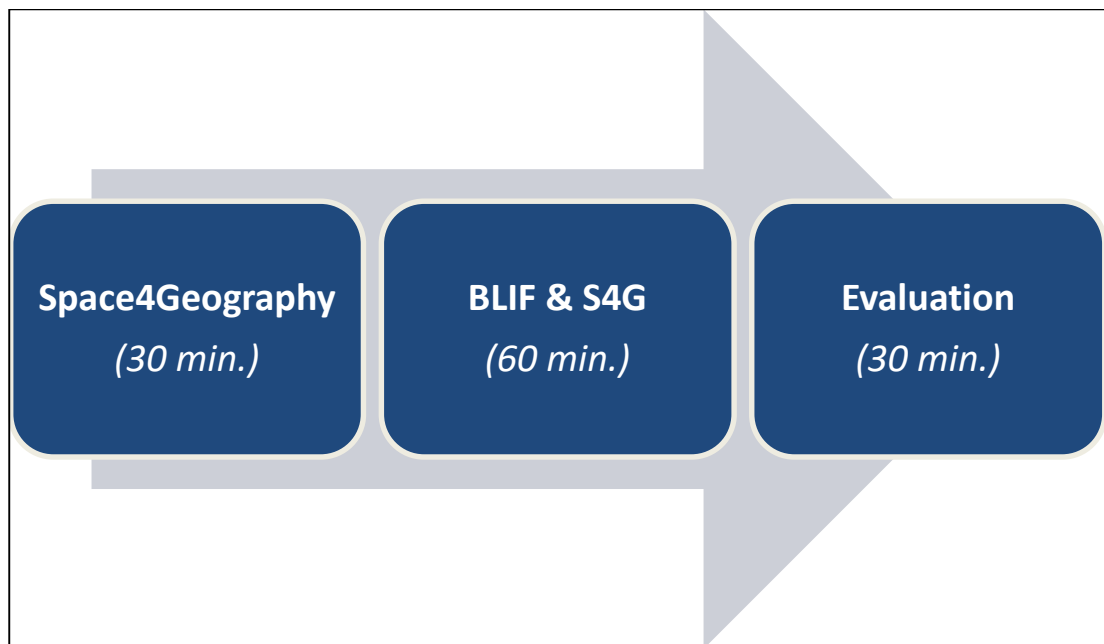


Abbildung 39: Optimierung des Lernmoduls Prototyp B(Quelle: eigene Darstellung)

Auf der Lernplattform *Space4Geography* werden zehn Lernmodule angeboten, mit denen Schülerinnen und Schüler über die Beantwortung umwelt- und raumrelevanter Fragestellungen das Potenzial der Fernerkundung nähergebracht wird. Dabei werden Kompetenzen in der Nutzung von Satellitenbildern gefördert. Die Themen- und Raumbeispiele werden auf Basis einer bundes-

weiten Bildungsplananalyse ausgewählt. Mit Computern oder Tablets bearbeiten die Schülerinnen und Schüler unter Verwendung von RapidEye- und TerraSAR-X-Satellitenbildern geographische Fragestellungen. Die Grundlage zur Verarbeitung und Analyse der Satellitenbilder durch die Schülerinnen und Schüler bildet nach wie vor die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF in Version 1.1. Eine adaptive Umsetzung der Plattform unterstützt individuelles Lernen, indem Inhalt und Schwierigkeitsgrad individuell an die Fähigkeiten und Bedürfnisse des Lernenden angepasst werden (WOLF, FUCHSGRUBER, RIEMBAUER, & SIEGMUND, 2016).

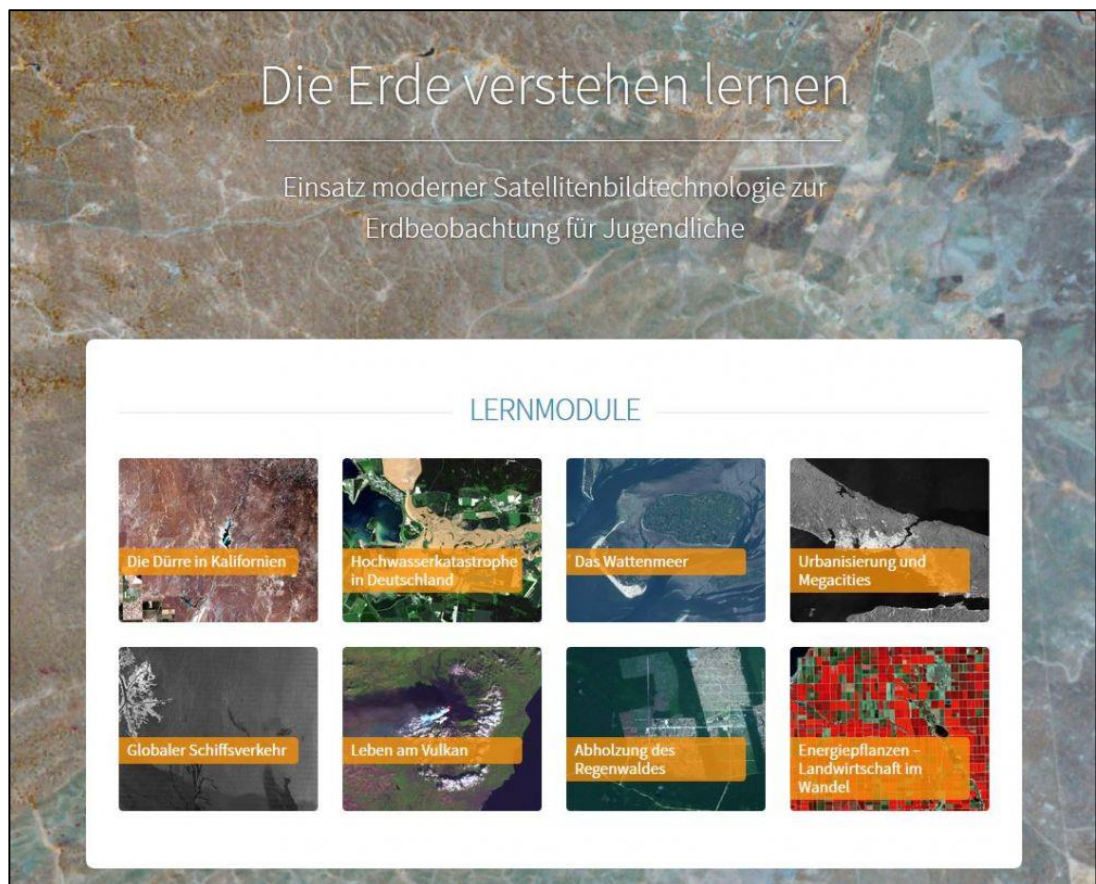


Abbildung 40: Prototypische Startseite der Lernplattform (Quelle: rgeo.de [18.05.16])

Eines dieser zehn angebotenen Lernmodule ist das entwickelte Lernmodul in Prototyp B, mit dem mittlerweile gekürzten Namen „Leben am Vulkan“ (vgl. Abb. 40). Wie oben in Abbildung 39 ersichtlich, wurde die Einführung in das webbasierte Lernmodul auf der Lernplattform *Space4Geography* integriert. Dafür sind neben den BLIF-Accounts auch S4G-Accounts notwendig, um das Lernmodul zwischenspeichern und im vollen Funktionsumfang nutzen zu

können. Damit das Lernmodul digital auf der Lernplattform *Space4Geography* eingepflegt werden konnte, erhielt der Autor Admin-Rechte, um das Lernmodul „Leben am Vulkan“ mit Hilfe eines CMS (Content Management System) einbinden zu können. Die Firma *ebene fünf* (<http://www.ebenefuenf.de/> [18.05.16]) entwickelt die Lernplattform *Space4Geography*, die sich zurzeit noch in der Entwicklung befindet. Die Abbildung 40 stellt die prototypische Startseite der Lernplattform dar. Die Beta-Phase des CMS wurde gerade fertig, als das Lernmodul einer Optimierung unterzogen wurde. Jedoch gilt hier zu beachten, dass sich das Lernmodul durch die Beta-Phase weiterhin in einer Entwicklungsphase befindet und einige Funktionen noch nicht ausgereift sind und teilweise sogar über Nacht entwickelt wurden. Daher kann in dieser Masterarbeit nur ein weiterer Prototyp in Version B vorgestellt werden (vgl. Kapitel 4 und Anhang).

Die Einführung kann damit, je nach Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler in individueller Zeit bearbeitet werden. Dabei kamen Abbildungen, Quiz-Fragen und Videoausschnitte zum Einsatz. Für die Einführung in geographische Inhalte zum Vulkanismus und optional zur Fernerkundung wurden ca. 30 Minuten geplant. Anschließend verweist das Lernmodul „Leben am Vulkan“ auf die webbasierte Lernsoftware BLIF (<https://server2.blif.de/login> [18.05.16]) auf der die Satellitenbildanalyse vorgenommen wird. Die Aufgaben, die begleitend dazu bearbeitet werden sollten, wurden im Lernmodul auf *Space4Geography* eingeblendet und konnten Schritt für Schritt durchgegangen werden. Die Hintergrundinformationen zur Fernerkundung (FIS = Fernerkundung in Schulen unter <http://www.fis.uni-bonn.de/> [18.05.16]) konnten von den Probanden optional abgerufen werden. Dazu wurde ein Hinweis im Lernmodul eingeblendet, wenn sie mehr über Fernerkundung erfahren möchten. Der Schwerpunkt wurde in Prototyp B auf die Auseinandersetzung mit dem „Leben am Vulkan“ gelegt, folglich also auf Hintergrundinformationen zum aktiven und ruhenden Vulkanismus und deren Wirkungsgefüge mit dem Menschen. Für den BLIF-Teil wurden, wie auch in Prototyp A, 60 Minuten veranschlagt. Grundlage der Satellitenbildanalyse war auch hier wieder ein Satellitenbild von LANDSAT 8 zum Ätna-Ausbruch aus dem Jahr 2013. Es wurde überlegt andere Zeiträume, wie bspw. 2015 zu wählen, um aktuellere Bilddaten analysieren zu können. Jedoch wurde davon

abgesehen, da der Ausbruch im Jahr 2015 für Schülerinnen und Schüler nur schwer zu erkennen ist. Auch RapidEye- TerraSAR-X-Daten konnten für den Vulkan Ätna nicht genutzt werden, da die Satellitenbildausschnitte für die Fläche des Ätnas (1.190 km²) zu klein waren. Das liegt insbesondere daran, dass die Auflösung der RapidEye- und TerraSAR-X-Daten höher sind als die der LANDSAT-Reihe. Die Auflösung der RapidEye-Daten betragen in jedem Kanal 6,5 Meter pro Pixel. Im Gegensatz dazu schwankt die Auflösung der LANDSAT-8-Daten je nach Kanal zwischen 15 und 100 Metern pro Pixel (vgl. <http://www.fe-lexikon.info/lexikon-l.htm> [18.05.16]). Die Auflösung der RapidEye- und TerraSAR-X-Satellitenbilddaten ist zwar durchweg höher und damit detailreicher, jedoch ist die maximale Aufnahme­fläche des Satellitenbildes folglich geringer, als die der LANDSAT-Serie. Daher erschien ein LANDSAT-Bild des Ätnas für das Lernmodul „Leben am Vulkan“ hier didaktisch besser geeignet, um das Wirkungsgefüge an und um den Vulkan herum analysieren zu können. Insgesamt dauerte die Bearbeitung des webbasierten Lernmoduls „Leben am Vulkan“ 90 Minuten und wurde für die Klassen 7/8 der Sekundarstufe I entwickelt. Um das „Durchklicken“ des Lernmoduls weitestgehend zu minimieren, wurden nach jedem Teilabschnitt Testfragen zum vorher Gelernten eingeblendet, die von den Probanden beantwortet werden mussten, um zum nächsten Abschnitt zu gelangen. Wenn eine Schülerin oder ein Schüler vor Ablauf der 90 Minuten fertig ist, findet er im Lernmodul adaptive Zusatzaufgaben, die sich die Lernenden selbst wählen können. Hierbei standen drei weitere aktive und ruhende Vulkane zur Auswahl: Erstens der immer noch aktive Vulkan Vesuv in Italien (letzte Eruption 1944). Aufgrund der großen Fläche des Vulkans wurde hier wieder LANDSAT-8-Satellitenbild aus dem Jahr 2015 gewählt. Als zweites konnte der aktivste Vulkan Italiens Stromboli näher betrachtet werden. Aufgrund der relativ geringen Gesamtfläche (12,6 km²) konnte an dieser Stelle auf ein RapidEye-Satellitenbild aus dem Jahr 2014 zurückgegriffen werden. Als drittes stand der aktive Vulkan Mauna Loa auf der Vulkaninsel Hawaii zur Auswahl. Da der Mauna Loa mit einer Gesamtfläche von 2 ha einer der größten aktiven Vulkane der Erde ist, konnte hier trotz eines LANDSAT-7-Satellitenbildes aus dem Jahr 2000 nur ein Ausschnitt des Kraters mit Hilfe von BLIF betrachtet werden. Nach Beendigung des Testvorgangs zum Lernmodul „Leben am

Vulkan“ wurde auch dieser Prototyp B von Schüler- und Lehrerseite evaluiert. Dafür wurde in das webbasierte Lernmodul ein Link mit Verweis zur Online-Evaluation unter Google Forms eingepflegt, sodass die Schülerinnen und Schüler keine umständlichen Eingaben der Verlinkungen mehr manuell vornehmen mussten. Die Evaluation beanspruchte auch, wie im Test des Prototyps A, ungefähr 30 Minuten. Das webbasierte Lernmodul „Leben am Vulkan“ in Prototyp B wurde auch wieder in der GIS-Station getestet, um die Vergleichbarkeit mit dem Prototyp A zu gewährleisten. Dazu kamen wieder die zwei begleitenden Lehrkräfte, die bereits am Test des Lernmoduls Prototyp A im Juli 2015 und den Leitfrageninterviews teilgenommen haben, mit insgesamt neun Schülerinnen und Schülern. Eigentlich waren hier mehr Teilnehmende eingeplant, jedoch sind einige Schülerinnen und Schüler erkrankt, sodass die Teilnehmerzahl sehr gering war. Die webbasierten Lernmodule Prototyp A und B werden in den Ergebnissen in Kapitel 4 detaillierter vorgestellt und finden sich im Anhang.

3.5.2 Optimierung der Schülerevaluation

Aufgrund einiger Probleme mit der Beantwortung der Testitems aus der Online-Evaluation im ersten Testzyklus, wurde neben dem Lernmodul auch die Schülerevaluation optimiert. Grundproblem aus der Online-Evaluation war, dass mit verschiedenen Skalenniveaus gearbeitet wurde, was die Schülerinnen und Schüler anscheinend verwirrte. Weitere Informationen dazu finden sich im Diskussionsteil unter Kapitel 5. Im Zuge dessen wurden für die Testphase des optimierten Lernmoduls die Skalenniveaus der Online-Evaluation einheitlich auf das Schulnotensystem von 1-6 angepasst. Dabei bedeutet 1 entweder *sehr gut*, *stimmt völlig*, *trifft völlig zu* und 6 entweder *ungenügend*, *stimmt überhaupt nicht* oder *trifft überhaupt nicht zu*. Das Schulnotensystem wurde deshalb gewählt, da dies den Schülerinnen und Schülern vertraut ist, da sie in der Schule tagtäglich damit konfrontiert werden. In den Expertenratings zwischen den Projektbeteiligten wurde dabei mehrfach diskutiert, ob das Schulnotensystem oder die klassische ungerade Likert-Skala zum Einsatz kommen soll. Eine gerade Zahl der Antwortmöglichkeiten ist allerdings ebenso gebräuchlich wie eine ungerade Zahl. Ungerade Zahlen werden dann verwendet, wenn eine mittlere Ausprägung (neutral bzw. „weder noch“) sinn-

voll erscheint. Eine gerade Anzahl zwingt im Gegensatz zur Entscheidung zu einer Seite (ROST J. , 1996). Da im ersten Testzyklus vermehrt festgestellt wurde, dass die Probanden eine „Tendenz zur Mitte“ aufweisen, sprach das Schulnotensystem von 1-6 auch in diesem Punkt für die Online-Evaluation. So konnte das Erhebungsinstrument mit einer einheitlichen geraden Likert-Skala optimiert werden.

Die optimierte Schülerevaluation bestand auch, wie in der Vorgängerversion, aus sechs Fragebereichen: Angaben zur Person (A), Fragen zum Lernmodul (B), Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern (C), Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D), Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer € und Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F). Insgesamt wurde die Online-Evaluation von 97 Fragen auf 90 Fragen reduziert, da vereinzelt Schülerinnen und Schüler im ersten Testzyklus zu viel Zeit mit der Evaluation verbrachten. Die Angaben zur Person (A) wurden beibehalten. Bei den Fragen zum heutigen Lernmodul (B) wurden einige inhaltliche Veränderungen vorgenommen, so z.B. bei den Vorerfahrungen zu Geomedien. Da die Begrifflichkeiten Kursräume, Computer etc. nicht eindeutig waren, wurden hier präzisere Formulierungen, wie „Die Gestaltung der Kursräume fand ich...“ oder „Die technische Ausstattung der Computer fand ich...“ gewählt. Da die Auseinandersetzung mit Fernerkundungsinhalten im Prototyp B optional gestaltet wurde, kam hier eine zusätzliche Frage hinzu: „Ich habe mit dem Programm FIS (=Fernerkundung in Schulen) gearbeitet“. Zur Auswahl konnte hier ja oder nein gewählt werden. Falls ja angekreuzt wurde, konnte die Frage „Das Arbeiten mit dem Programm FIS (=Fernerkundung in Schulen) fand ich...“ beantwortet werden. Auch Formulierungen, wie „Das Lernmodul hat mich überfordert“ wurden in „Das Lernmodul war vom Schwierigkeitsgrad angemessen“ optimiert, um den wissenschaftlichen Kriterien einer Likert-Skala zu entsprechen. In den Fragebereichen A-B konnten klassische Schulnoten von 1-6 vergeben werden. Die Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern (C) wurden von 17 auf 9 Items reduziert, um ausschließlich *externale* und *intrinsische Regulation* zu erheben. Die *externale Regulation* basiert dabei auf externalen Kontingenzen, wie z.B. dem Erreichen von Belohnungen oder der Vermeidung negativer Konsequenzen. Die *externale Regulation* entspricht also der

traditionellen Definition von extrinsischer Motivation und weist damit einen niedrigen Grad an wahrgenommener Selbstbestimmung auf (MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 4). Hier wurde die schon oben erwähnte Skalenanpassung von 1 bis 6 (1 = stimmt völlig, 6 = stimmt überhaupt nicht) vorgenommen. Die Items zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D) blieben bis auf die Skalenanpassung von 1 bis 6 (1 = sehr begabt / leicht / sehr intelligent / viel, 6 = nicht begabt / schwer / nicht intelligent / wenig/schwer) unverändert. Bei den Items zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer € und Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F) wurden auch lediglich die Skalen an das Schulnotensystem von 1 bis 6 (1 = stimmt völlig / trifft völlig zu, 6 = stimmt überhaupt nicht / trifft überhaupt nicht zu) optimiert. Durch den Wegfall der vier unterschiedlichen Regulationsstile extrinsischer Motivation konnten hierbei insgesamt sieben Fragen gestrichen werden. Am Ende der Online-Evaluation bestand für die Probanden wieder die Möglichkeit, durch Eingabe einer gültigen E-Mail-Adresse, einen Amazon-Gutschein im Wert von 20€ zu gewinnen. Zusätzlich zur Online-Evaluation durch die Probanden, konnten statistische Daten aus dem Nutzungsverhalten auf der Plattform *Space4Geography* gewonnen werden. Hierfür wurden die Probanden vor dem Testlauf informiert und stimmten der Aufzeichnung ihrer Nutzungsdaten zu. Daher war es erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler einen *S4G-Account* besitzen. So konnte z.B. die benötigte Zeit pro Lerneinheit ermittelt werden. Die Ergebnisse der Online-Evaluation wurden wieder durch Google Forms (in inzwischen neuer Version) zusammengefasst und im Expertenrating der Projektbeteiligten diskutiert. Die Ergebnisse aus dem zweiten Testzyklus werden in Kapitel 4 vorgestellt und in Kapitel 5 diskutiert.

3.5.3 Optimierung der Lehrerevaluation

Auch die Lehrkräfte konnten das webbasierte Lernmodul „Leben am Vulkan“ testen und evaluierten dies am Ende des Testlaufs. Dafür erhielten sie wieder jeweils eine analoge Kursevaluation aus der GIS-Station (siehe Anhang), auf der sie ihre Anregungen, Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge detailliert auflisten konnten. Auch mündliche Äußerungen wurden

hier wieder mit aufgenommen und durch den Autor protokolliert. Die Lehrerevaluation wurde für den zweiten Testzyklus nicht optimiert, da hierfür keine Veränderungen abgeleitet werden konnten. Die Kursevaluationen wurden im Anschluss an den zweiten Testzyklus erneut in Expertenratings ausgewertet und analysiert. Die Ergebnisse der Lehrerevaluation werden in Kapitel 4 dargestellt und in Kapitel 5 diskutiert.

3.5.4 Optimierung der teilnehmenden Beobachtung

Auch für den zweiten Testzyklus fand zusätzlich zu den gewonnenen Daten der Evaluation des Lernmoduls eine teilnehmende Beobachtung statt. Da das Lernmodul (Prototyp B) schülerorientiert war, konnte der Autor selbst mit beobachten. Zusätzlich dazu waren insgesamt drei weitere Beobachter im Lernsetting, wovon zwei als teilnehmende Beobachter und eine Person als stiller Beobachter fungierten. Der stille Beobachter wollte sich das „neue“ Lernsetting genauer anschauen, da er selbst im Projekt „BLIF“ promovierte. Die teilnehmenden Beobachter hatten wieder ein Beobachtungsprotokoll vor sich und teilten sich die zu beobachtenden Schülerinnen und Schüler auf, sodass bei neun Probanden tatsächlich jeder beobachtet werden konnte. Der Beobachtungsschwerpunkt lag auch hier wieder auf dem Schülerverhalten und vor allem auf die webbasierten Unterrichtsmedien innerhalb des Lernmoduls. Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung wurden anschließend wieder durch die Kollegen zusammengefasst und gemeinsam mit dem Expertenteam analysiert, um weitere Planungs- und Optimierungsschritte für einen Prototypen C zu deuten, der allerdings nicht mehr im Rahmen dieser Masterarbeit stattfinden konnte. Die Ergebnisse aus dem zweiten Testzyklus finden sich in Kapitel 4.

3.5.5 Zusammenfassung

Mit Hilfe der Ergebnisse aus dem ersten Testzyklus konnte das Lernmodul und das Lernsetting im Hinblick auf DBR optimiert werden. Dafür wurde ein Zeitraum von Oktober 2015 bis Januar 2016 geschaffen. Im Gegenzug zur Konzeption des Lernmoduls aus dem ersten Testzyklus, konnte das Lernsetting inklusive Lernmodul dahingehend optimiert werden, dass die lehrerzentrierte Einführung durch den Dozenten wegfiel und stattdessen alle Bestandteile des Lernmoduls auf der Lernplattform *Space4Geography* einge-

bunden werden. So konnte eine schülerzentrierte Arbeitsweise des webbasierten Lernmoduls „Leben am Vulkan“ ermöglicht werden. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich geographisches Hintergrundwissen zum Thema Vulkanismus und theoretische Grundlagen zur Fernerkundung mit Hilfe des webbasierten Lernmoduls selbst aneignen. Die Schülerevaluation musste, aufgrund der teilweise widersprüchlichen Ergebnisse aus dem ersten Testzyklus, grundlegend optimiert werden, was die Skalenniveaus innerhalb der Online-Evaluation anbelangte. Dafür wurde sich auf eine durchgängig einheitliche, gerade Skalierung geeinigt, die dem Schulnotensystem von 1 bis 6 entspricht. Auch eine Reduzierung der Online-Evaluation fand im Optimierungsprozess Anwendung, indem das Lernverhalten zu Satellitenbildern im Hinblick auf intrinsische und extrinsische Motivation reduziert wurde. Mit Hilfe der Lehrerevaluation konnten weitere wichtige Erkenntnisse im Hinblick auf die Weiterentwicklung des webbasierten Lernmoduls „Leben am Vulkan“ gewonnen werden. Die teilnehmende Beobachtung führte zu weiteren, interessanten Erkenntnissen im Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht. Am Ende des zweiten Testzyklus konnte das Lernmodul „Leben am Vulkan“ in Version eines Prototypen B vorgestellt werden, das webbasiert auf der Lernplattform *Space4Geography* zur Verfügung steht und ganz im Sinne des DBR-Ansatzes stetig durch die Projektmitarbeiter weiterentwickelt und optimiert wird.

4. Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen

Nachdem im vorherigen Kapitel das Forschungsdesign im Sinne des DBR-Ansatzes vorgestellt und ausführlich erläutert wurde, sollen in diesem Kapitel die wichtigsten Erkenntnisse in Auswahl aus dem Forschungsprojekt „Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik“ und den damit verbundenen zwei Testzyklen vorgestellt werden. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt zunächst ohne Wertung. Die Interpretation und Reflexion der Daten inklusive Methoden erfolgt im Diskussionsteil unter Kapitel 5.

4.1 Vorstellung der Ergebnisse aus den leitfadengestützten Experteninterviews

Mit Hilfe der zwei leitfadengestützten Experteninterviews konnte ein Codesystem (siehe Anhang) erstellt werden, das die wichtigsten Aussagen der beiden Leitfadeninterviews zusammenfasst. Das Codesystem erhielt den übergeordneten Begriff „Lernsetting“, in das Codes, wie „Dauer“, „Kompetenzen“, „Theorie- und Praxisanteil“, „Themenwünsche“, „Geographische Fachmethoden“, „Medieneinsatz“, „Lernmodul“ und die „Art des Lernmoduls“ als Subkategorien eingegliedert waren. Im Folgenden wird das Codesystem mit seinem Codesystem zusammengefasst dargestellt. Die Transkripte und Codierungen finden sich im Anhang.

4.1.1 Lernsetting

Für das Lernsetting wird allgemein eine selbstständige Arbeitsweise gefordert, sodass eine schülerorientierte Arbeitshaltung geschaffen werden kann. Der Bildungsplan sollte beachtet werden und es sollte für die Lehrkräfte keine lange Vor- und Nachbereitungszeit entstehen.

- *Selbstständigkeit*
- *Projektarbeit*
- *Texte*
- *Karten*
- *Auswertung sehr schwer für SuS*
- *Orientieren*
- *Klasse sehr inhomogen, da SuS aus gesamter BRD, die auch im laufenden Schuljahr an das Internat kommen und daher auch keinen*

gleichen Bildungsstand in der Geographie, da oft kein Geographieunterricht stattfindet durch die Länderhoheit im Bildungswesen.

- *Kontinent, Staat, Regionen, Gebirge in den Kontext zu bringen sehr schwierig*
- *schülerorientiert*
- *SuS anleiten*
- *nicht zu abstrakt*
- *Bildungsplan beachten (und Schulbuch)*
- *keine lange Vor- und Nachbereitungszeit (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)*

4.1.2 Dauer

Bezüglich der Dauer des Lernmoduls wurden 45 Minuten, bis hin zu einer Projektwoche als Möglichkeiten angegeben. Letztendlich wurde sich für eine Doppelstunde mit kurzen Pausen und einer Einführung entschieden.

- *Doppelstunde mit kurzen Pausen und Einführung*
- *keine lange Konzentration möglich mit der Klasse*
- *45 Minuten bis Projektwoche (je nach Unterrichtseinheit) (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)*

4.1.3 Kompetenzen

Im Hinblick auf die Kompetenzen wurde das selbstständige Arbeiten, Orientierung, GIS, thematische Karten, Aktivierung diverser Lerntypen, Themen wie Regenwald, gesellschaftliche Themen, Vulkanismus, Naturkatastrophen etc. genannt.

- *Orientieren*
- *selbstständiges Arbeiten*
- *Kartenarbeit*
- *GIS*
- *Thematische Karten*
- *Klima*
- *verschiedene Lerntypen ansprechen*
- *Nil und Aralsee mit Satellitenbildern*
- *Flüsse*

- *Regenwald*
- *Desertifikation*
- *mit Folien und Bildern arbeiten*
- *Themenfeld „Eine Erde – Eine Welt“*
- *gesellschaftliche Themen kommen mehr zum Ausdruck*
- *Vulkanismus*
- *Einblick in grundlegende geologische Strukturen*
- *Dynamik der Erdoberfläche*
- *Lehre der Plattentektonik*
- *Entstehung von Oberflächenformen*
- *Naturkatastrophen erklären können*
- *Schalenbau der Erde*
- *kontinentale und ozeanische Kruste*
- *Vulkane kennen*
- *Unterschied zwischen Vulkanformen*
- *Verteilung der Vulkane auf der Erde*
- *Landwirtschaftlicher Nutzen an Vulkanen*
- *Entstehung von Erdbeben erklären können*
- *Theorie der Plattentheorie (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)*

4.1.4 Theorie- und Praxisanteil⁴²

Das Lernmodul sollte nach Aussagen der Interviewten nicht mehr als ein Drittel theoretische Inhalte beinhalten und dadurch die praktischen Anteile mit dem theoretischen Wissen vereinen, wobei der Schwerpunkt auf die praktische Auseinandersetzung gelegt werden sollte.

- *Theorie viel kürzer als Praxis*
- *1/3 Theorie*
- *2/3 Praxis*
- *Theorie und Praxis gut vereinen*
- *Materie herunterbrechen (ohne Verfälschung → Transformation und NICHT Reduktion!)*

⁴² Theorie meint hier den geographischen Hintergrund und die Einführung in die Fernerkundung, Praxis meint hier die aktive Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild

- *verständlich für SuS*
- *einfache Bedienbarkeit* (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)

4.1.5 Themenwünsche

Folgende Themen wurden im Hinblick auf die Konzeption des Lernmoduls und mögliche weitere Lernmodule für die Lernplattform *Space4Geography* geäußert:

- *FE sollte immer einen dynamischen Prozess abbilden*
- *Ausdehnung und Zurückgehen von Regenwäldern (7. Klasse)*
- *Klima (10. Klasse)*
- *Gletscher*
- *Vereisung des Nordpolarmeers*
- *Rohstoffvorkommen*
- *Verstädterung*
- *Prozesse der Erde (Klasse 8)*
- *Vulkanismus*
- *Plattentektonik*
- *Tropischer Regenwald (Klasse 7)*
- *Abholzung*
- *Lernformen/Lernmodul gestalten*
- *Viehzucht in Amerika* (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)

4.1.6 Geographische Fachmethoden

Als Anregungen im Hinblick auf die geographischen Fachmethoden wurden in den Interviews Aussagen, wie *soft skills*, Methodenkompetenzen, wie Kartenarbeit, Umgang mit Medien und Satellitenbildern, aber auch Orientierung auf der Karte und Maßstabsverhältnisse etc. genannt.

- *Sozialkompetenz (soft skills)*
- *SuS selbstständig alleine arbeiten*
- *Unterstützung*
- *Führung*
- *Methodenkompetenz wie Kartenarbeit, Umgang mit Medien, Satellitenbilder, Ergebnissicherung (und reliabel)*
- *Orientierung auf der Karte* (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)

- *Legende lesen*
- *Maßstabsverhältnisse in Relation setzen* (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)

4.1.7 Medieneinsatz

Was den Medieneinsatz eines Lernsettings anbelangt, machten die befragten Lehrkräfte mehrere Äußerungen, wie „das ist die Welt in der wir leben“ und „das ist Welt der Schüler“. Ebenso scheint der Medieneinsatz „im traditionellen Unterricht kaum vertreten“, obwohl es „das Lernen der Zukunft“ ist.

- *Technische Unterstützung*
- *Welt, in der wir leben*
- *Welt der Schüler*
- *im traditionellen Unterricht kaum vertreten*
- *Smartboards*
- *Internetanschluss*
- *Diercke-Karten digital*
- *Google Earth und Google Maps*
- *Filme*
- *kommt gut an*
- *Lernen der Zukunft*
- *Geocaching*
- *GPS-Gerät*
- *PC*
- *Lernmodule gestalten und erarbeiten*
- *Webquests*
- *Projekte in der Natur (Naturschutz, Klasse 8)*
- *Originale Begegnung* (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)

4.1.8 Lernmodul

In Bezug auf die Fragen, die das Lernmodul betreffen, wurden Aussagen gemacht, wie „die Schülerinnen und Schüler sollte es interessieren“, dass es „graphisch ansprechend“ sein sollte und die Schülerinnen und Schüler die „Aufgaben selbstständig lösen“ sollten etc.

- *Schüler da abholen, wo sie stehen*

- *SuS sollte es interessieren*
- *aus der Lebenswelt der SuS*
- *neue Methoden*
- *Bereich erweitern*
- *Wissen erweitern*
- *selbstständiges Arbeiten*
- *Ergebnissicherung*
- *Einführung*
- *Möglichkeit, sich selbst Dinge mit Hilfe der FE zu erschließen*
- *Fallbeispiel*
- *Aufgabe selbstständig lösen*
- *Aufgabe gegenseitig präsentieren*
- *Feedback aus der Klasse*
- *Probleme benennen und lösen*
- *schülerorientiert*
- *handlungsorientiert*
- *graphisch ansprechend*
- *angemessenes Lernniveau*
- *Bezug zum Bildungsplan*
- *Kompetenzen erweitern*
- *Klett-GIS gut geeignet*
- *ERDAS nicht gut geeignet*
- *keine lange Einarbeitung (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)*

4.1.9 Art des Lernmoduls

Für die Art des Lernmoduls wurde das digitale Lernmodul klar dem analogen Lernmodul vorgezogen, da es „wesentlich attraktiver“ erscheint, da es das „Medienzeitalter“ ist, „in dem die [Schülerinnen und Schüler] leben“ und dies für eine „erhöhte Motivation“ sorgt, „da sie [die Schülerinnen und Schüler] am PC arbeiten dürfen.

- *digitales Lernmodul*
- *wesentlich attraktiver*
- *digitale Medien sind aktueller*
- *aktive Beschäftigung mit dem Gegenstand*

- *Tasten, Bildschirm*
- *Computer und Smartboards werden bevorzugt, da besser geeignet*
- *man kann konkret mit dem Programm arbeiten*
- *Medienzeitalter, in dem die SuS leben*
- *wichtig, die SuS anzusprechen*
- *erhöhte Motivation, da sie am PC arbeiten dürfen*
- *motivationale Komponente immer ein entscheidender Faktor*
- *es ist besser, wenn man am PC arbeitet (vgl. Ergebnisexport Interviews im Anhang)*

4.2 Vorstellung der Ergebnisse aus der Konzeption des Lernmoduls

Dank der Aussagen aus den leitfadengestützten Experteninterviews konnte das Lernmodul konzipiert werden, das hier in seinen beiden Versionen „Prototyp A“ und „Prototyp B“ vorgestellt werden soll.

4.2.1 Das Lernmodul in Version Prototyp A




Abbildung 41: Ausschnitt aus der PPT-Präsentation von Prototyp A (Quelle: GEHRIG, 2015)


Das Lernmodul in Version Prototyp A (Leben an und mit dem Vulkan) bestand nach dem ersten Testzyklus aus zwei wesentlichen Bestandteilen: Zum einen aus einer Einführung, die dozentengleitet mit Hilfe einer Power-Point-Präsentation in die geographischen Hintergründe zum Vulkanismus

und praxisorientiert in die Fernerkundung einführte und zum anderen aus einem dreiseitigen analogen Arbeitsblatt, das Schritt für Schritt mit Hilfe von Aufgaben durch die Satellitenbildanalyse des Ätnas mit Hilfe der kostenfreien, webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF führte. Als Einstieg in die Thematik wurde ein Hörbeispiel eines Vulkanausbruchs gewählt. Die Schülerinnen und Schüler konnten Vermutungen äußern, um welches Geräusch es sich handelte. Sie kamen dabei schnell auf einen Vulkanausbruch. Anschließend wurde ihnen der Ablauf des Lernsettings vorgestellt. Zunächst folgte eine 30minütige Einführung in das Thema und in die Fernerkundung. Dabei wurden den Probanden verschiedene Vulkanbeispiele mit Bildmaterial und originalen Gegenständen z.B. Vulkangesteine gezeigt und mit Videos die Entstehung von Vulkanen verdeutlicht. Darauf folgte eine geographische Verortung des Ätnas und ein Filmbeispiel, das einen Vulkanausbruch des Ätnas zeigte. Anschließend wurde der Ätna aus dem All gezeigt und so in die Fernerkundung übergeleitet, die kurz anhand von Bildern und Filmbeispielen erklärt wurde. Mit Hilfe von FIS (=Fernerkundung in Schulen unter www.fis.uni-bonn.de [19.05.16]) konnten die Probanden herausfinden, was ein Satellit „sieht“. Daraufhin wurde die Entstehung des Satellitenbildes mit Hilfe der Kanalkombinationen erläutert und der Aufbau eines Satellitenbildes erklärt. Es folgte eine kurze Pause, bevor das Arbeitsblatt (siehe Anhang) ausgeteilt wurde und die webbasierte Software BLIF (<https://server2.blif.de/login> [19.05.16]) gestartet wurde. Hier gab es erhebliche Probleme, was das Einloggen mit den zuvor automatisch generierten Schüler-Accounts betraf. Kein automatisch generierter Account funktionierte und so konnte sich kein Proband einloggen. Nach ca. 15 Minuten Verzögerung konnten die Probanden mit Hilfe der Admin-Accounts durch die Projektbeteiligten eingeloggt werden. Allerdings war so das Aufzeichnen und Analysieren der Nutzungsstatistiken nicht möglich. Für die Auseinandersetzung des Satellitenbildes mit Hilfe des Arbeitsblattes (siehe Abb. 42) hatten die Probanden 60 Minuten Zeit, was trotz Zeitverzögerung durch die nicht funktionierenden Accounts ausreichte. Die eigentliche Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild umfasste zwei Seiten Arbeitsmaterial und bestand aus insgesamt neun Aufgaben. Zuerst mussten die Schülerinnen und Schüler die Startseite von BLIF öffnen. Dazu mussten sie analog den LINK

(<https://server2.blif.de/>) eingeben, was zu einigen Schwierigkeiten führte. Anschließend wählten die Probanden den Modus „Fortgeschrittenen-Assistent“ aus und wählten einen Assistenten ihrer Wahl. Zur Auswahl standen insgesamt sechs männliche und weibliche Assistenten.




GIS-Station
KLAUS-TSCHIRA-KOMPETENZZENTRUM
FÜR DIGITALE MEDIEN




Leben an und mit dem Vulkan

Erforschen der Erdoberfläche mit den „Augen“ eines Satelliten...

Im folgenden Teil wirst Du mit dem Programm BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) arbeiten. Mit Hilfe des Programms kannst Du mit originalen Satellitenbildern arbeiten und damit das Leben am Vulkan Ätna in Sizilien genauer erforschen. Hierzu wirst du ein Satellitenbild von 2013 genauer untersuchen.

- 1) Startseite von BLIF öffnen:**
Öffne Mozilla Firefox und gib <https://server2.blif.de> ein. Melde dich mit dem ausgegebenen Benutzernamen und dem Passwort an.
- 2) Modus auswählen**
Wähle den Modus „Fortgeschrittenen-Assistent“ aus und wähle einen „Lehrer“ Deiner Wahl.
- 3) Satellitenbild auswählen/hochladen**
Unter dem Menüpunkt „Satellitenbild auswählen/hochladen“ kannst du die Kacheln mit dem Namen „Ätna“ herausfiltern. Schneide die Kachel vom Jahr „2013“ aus.
- 4) Auswahl des Untersuchungsgebietes**
Suche den Ätna auf dem Satellitenbild.
Mit dem Symbol rechts kannst Du den Kartenmodus ein- und ausschalten. Dieser hilft Dir dabei, den Ätna besser zu finden. Was fällt Dir beim Vergleich der Karte mit dem Satellitenbild auf?

- 5) Kontrastverbesserung und Bilddarstellung**
Führe die zwei Schritte durch, die dir der Assistent empfiehlt.
- 6) Farbbild**
Wechsle zwischen den Kanalkombinationen (=Komposit) (R=4 G=3 B=2, R=5 G=4 B=3 und R=6 G=5 B=4).
a) Welche Bildteile kannst du nicht eindeutig bestimmen? Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber.
b) Unterscheide die Bildelemente nach „natürlichen Elementen“ und „vom Menschen geschaffene Elemente“. Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber und trage dein Ergebnis in die Tabelle ein.
c) Welche Kombination eignet sich besonders gut zur Darstellung/zum Hervorheben von:


Bildelement	Natürlich/ Vom Menschen geschaffen
Vegetation	
Leise	
Unbewachsener Boden	
Wasser	
Siedlung	
Wolken	




Aufgepasst!
Suche dir auch einen passenden Assistenten aus.

Vergleiche!
Die einzelnen Bildelemente (z.B. Regenwald, Wasser,...) werden hierbei in unterschiedlichen Farben dargestellt.

Beachte!
Die Kanalkombination R=4, G=3, B=2 ist eine Echtfarbdarstellung, alle anderen sind Falschfarbdarstellungen.



Ein Projekt der Klaus Tschira Stiftung gGmbH an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg



Klaus Tschira Stiftung
Gesellschaft für Bildung

1

Abbildung 42: Ausschnitt des Arbeitsblattes zum Lernmodul Prototyp A (Quelle: eigene Darstellung nach Vorlage der GIS-Station)

Mit Hilfe der Aufgabe 3 konnten die Probanden den Satellitenbildausschnitt „Ätna 2013“ auswählen und in Aufgabe 4 das Untersuchungsgebiet mit Hilfe einer Open-Street-Map auswählen. Um den Kontrast des Bildes zu verbessern, konnte eine automatische Kontrastverbesserung durchgeführt werden. In Aufgabe 6 ging es darum, verschiedene Kanalkombinationen in BLIF zu

untersuchen, um so die Unterschiede eines Echtfarbenbildes und eines Falschfarbenbildes zu erkennen. Verschiedene Bildelemente, wie Lava, Vegetation, unbewachsener Boden, Siedlungen und Wolken sollten dabei bestimmt werden und die Farbkombination herausgefunden werden, die sich für die Darstellung der Bildelemente besonders eignet. Hier waren mehrere Antwortmöglichkeiten denkbar. Mit Hilfe des „Vegetationsindex“ sollte die Pflanzenwelt rund um den Vulkan Ätna untersucht werden, um dann in Aufgabe 8 das „Leben an und mit dem Vulkan“ mit dem Sitznachbarn genauer zu beleuchten. Hierfür sollten auf dem Satellitenbildausschnitt des Ätnas verschiedene Aktivitäten von Menschen zugeordnet werden, darunter schwimmen, wandern, Obst und Gemüse anbauen, einkaufen, mit einem Schiff losfahren und spazieren gehen. Um in Aufgabe 9 eine Vulkananalyse in Form der Messung des Lavastroms und des Lavaaustritts zu messen, mussten die Probanden das Satellitenbild in einer geeigneten Kanalkombination einstellen.

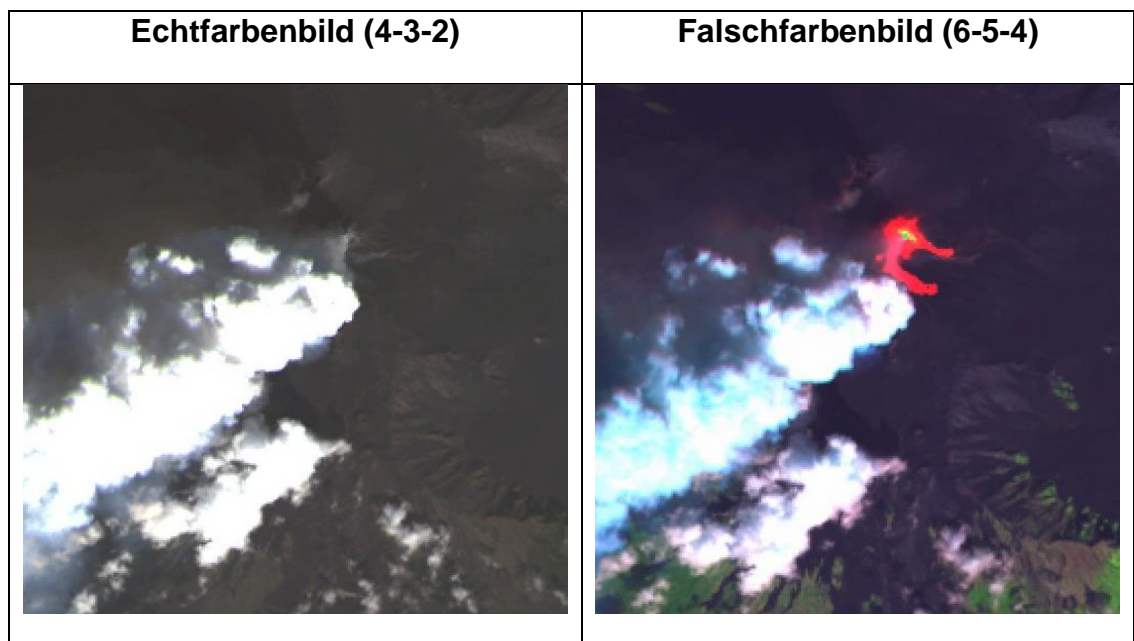


Abbildung 43: Vergleich von Echtfarbenbild und Falschfarbenbild Ätna 2013
(Quelle: BLIF, stark vergrößert)

Abbildung 43 oben verdeutlicht diesen Unterscheid zwischen einem Echtfarbenbild und einem Falschfarbenbild. Hierfür wurden die Satellitenbildausschnitte stark vergrößert, um den Lavaaustritt besser erkennen zu können. Auf dem Echtfarbenbild (links) sieht man lediglich Wolken und kann keine sicheren Aussagen darüber treffen, ob es sich um Rauch- oder Regenwolken

handelt. Betrachtet man dagegen das Falschfarbenbild (rechts), stechen die roten Farben (Lava) ins Auge. Mit einem Falschfarbenbild kann ein Vulkanausbruch folglich sichtbar und messbar gemacht werden (vgl. Abb. 44).

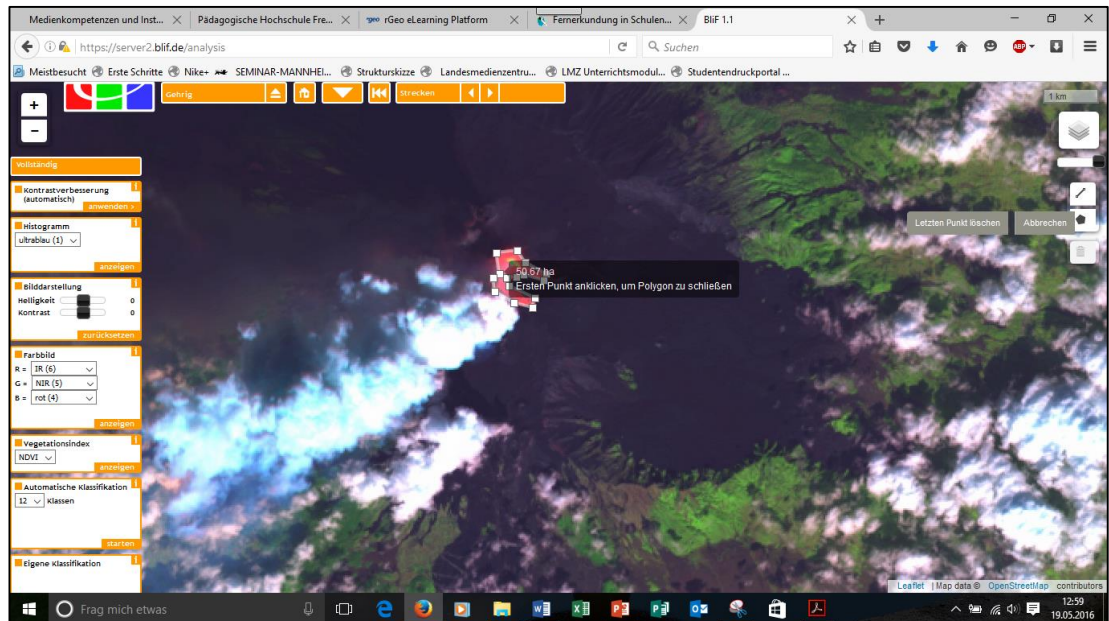


Abbildung 44: Screenshot der webbasierten Lernsoftware BLIF (Quelle: BLIF)

Die Zusatzaufgaben auf der dritten Seite des Arbeitsmaterials vertiefen das Leben an und mit dem Vulkan anhand verschiedener Fragestellungen, die auch in Partnerarbeit bearbeitet werden konnten. Nach Abschluss der aktiven Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild folgte wieder eine kurze Pause, bevor die Ergebnisse kurz besprochen wurden und die Evaluation stattfinden konnte. Hierfür mussten die Probanden einen gekürzten Link eingeben, um zur Online-Evaluation zu gelangen, was einige Probleme bei der Eingabe mit sich brachte. Die Lehrkräfte erhielten den analogen Evaluationsbogen. Die Präsentation und das Arbeitsmaterial zum Lernmodul Prototyp A befinden sich im Anhang dieser Arbeit.

4.2.2 Das Lernmodul in Version Prototyp B

Anhand der Ergebnisse aus dem ersten Testzyklus (vgl. Ergebnisse Evaluation) konnte ein „Re-Design“ des Lernmoduls erstellt und ein Prototyp B entwickelt werden, der vollständig auf der webbasierten Lernplattform *Space4Geography* (<http://elearn.ebenefuenf.de/> [19.05.16]) eingebunden wurde. Die Lernplattform befindet sich noch in Entwicklung, daher ist der angegebene Link nur vorläufig.

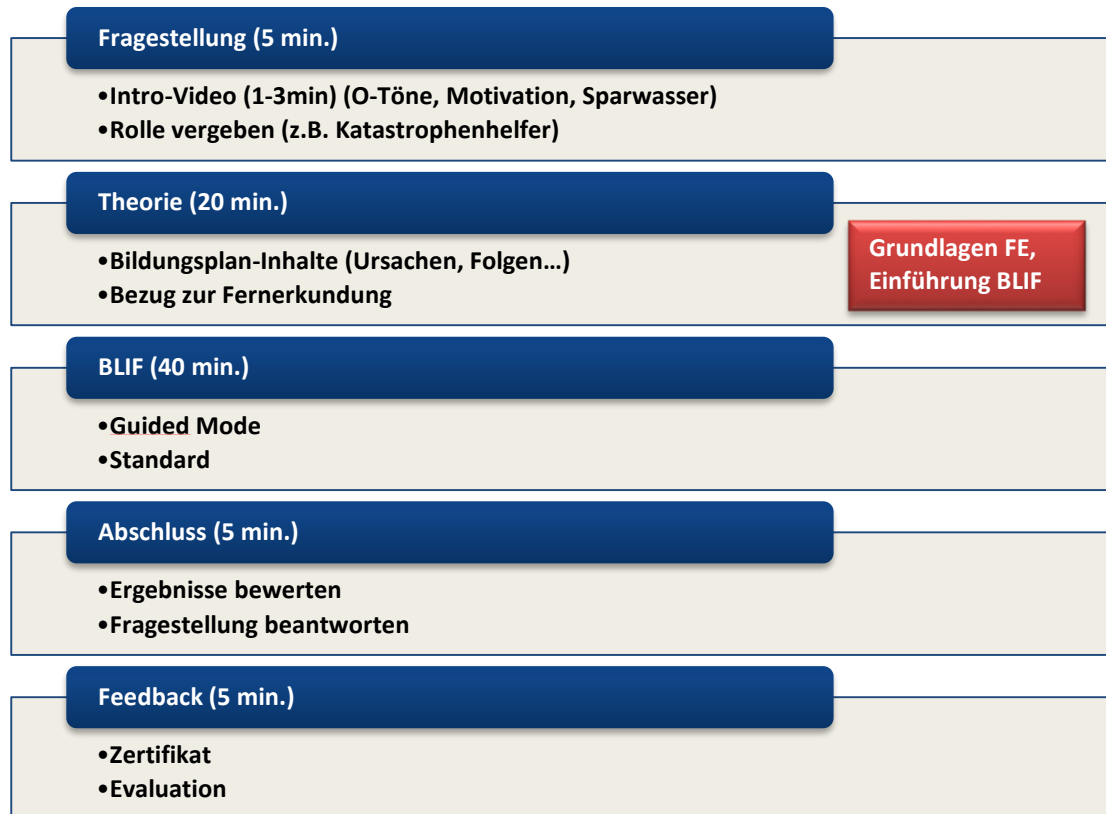


Abbildung 45: Aufbau eines Lernmoduls (Quelle: SIEGMUND et al, 2014)

Abbildung 45 verdeutlicht den Grundgedanken zur Konzeption eines Lernmoduls auf der Lernplattform Space4Geography. Zu Beginn des Lernmoduls wird mit einer Fragestellung in das Thema eingeführt und eine Rolle vergeben. Darauf folgt ein Theorieteil, der den geographischen Hintergrund und Bezüge zur Fernerkundung vornimmt. Der Hauptteil des Lernmoduls bildet die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF und der Abschluss des Lernmoduls wird mit der Bewertung der Ergebnisse und der Beantwortung der Fragestellung abgerundet. Am Ende des Lernmoduls erhält jeder Teilnehmende ein Zertifikat und kann das Lernmodul evaluieren. Die obenstehende Abbildung zeigt das „Idealkonzept“, wie ein Lernmodul im vollendeten Modus aussehen könnte. Da sich die Lernplattform, wie bereits schon erwähnt, noch in einem Entwicklungszustand befindet und während des Optimierungsprozesses des Lernmoduls nahezu täglich neue Funktionen und Herausforderungen im CMS (Content Management System) hinzukamen, kann in diesem Teil der Arbeit lediglich ein weiterer Prototyp B des Lernmoduls vorgestellt werden.

Mit Hilfe der Erkenntnisse aus dem zweiten Testzyklus konnte das Lernmodul mit dem nun verkürzten Namen „Leben am Vulkan“ optimiert werden. Grundlegende Veränderung dabei war, das Lernmodul nur noch webbasiert zu gestalten, d.h. die analoge Papierform via Arbeitsblatt und die Einführung via Präsentation entfielen und wurden vollständig in das webbasierte Lernmodul integriert. Die Probanden erhielten dafür einen Schüler-Account für Space4Geography, mit dem sie sich auf der Webseite einloggen konnten. Der Screenshot unten (vgl. Abb. 46) zeigt die bisher bestehenden Lernmodule, die auf der Lernplattform Space4Geography mittlerweile zur Verfügung stehen (Stand Mai 2016). Das konzipierte und optimierte Lernmodul „Leben am Vulkan“ ist blau eingblendet. Mittlerweile trägt es den Namen „Leben am Vulkan – Fluch oder Segen?“. Die aktuell online verfügbare Version des Lernmoduls entspricht einer Weiterentwicklung der Projektbeteiligten von Space4Geography. In diesem Unterkapitel wird der optimierte Prototyp in Version B vorgestellt.

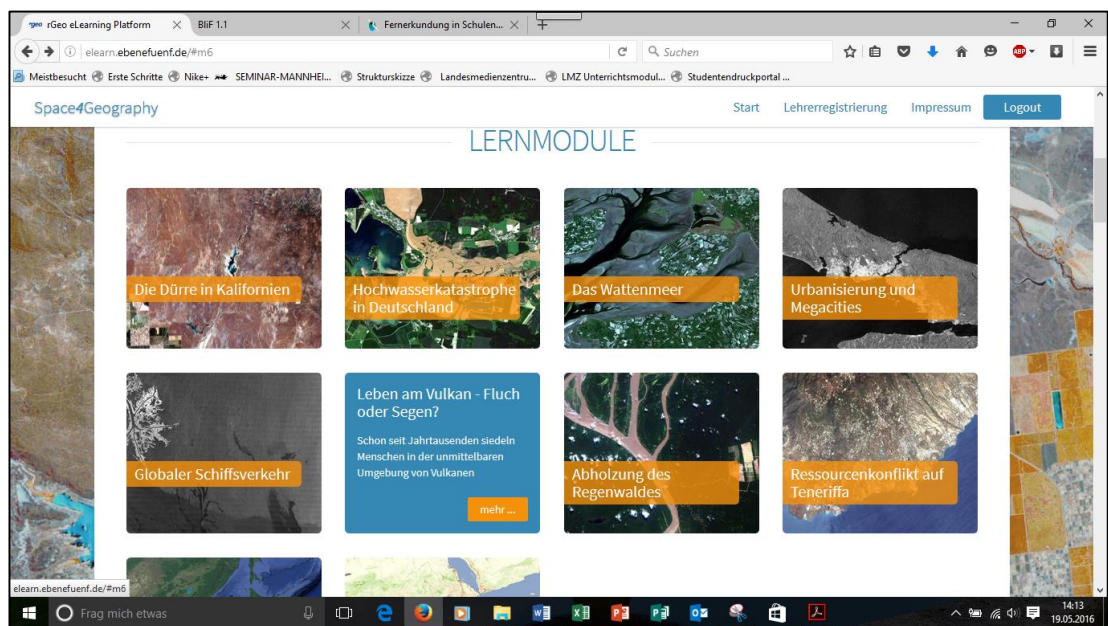


Abbildung 46: Auswahl der Lernmodule in Space4Geography (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Die Schülerinnen und Schüler klicken auf das Lernmodul „Leben am Vulkan“ und dann auf den Button „mehr“. Die Seite scrollt automatisch nach unten und weitere Informationen, wie Bearbeitungsdauer (90 Minuten) und Klassenstufe (7/8. Klasse) werden gegeben. Der Einleitungstext lautet: „Schon seit Jahrtausenden siedeln Menschen in der unmittelbaren Umge-

bung von Vulkanen – einer Landschaft, die durch Ausbruchsgefahr ständiger Veränderung ausgesetzt ist. Mit Hilfe hochauflösender Satellitenbilder erforschen die Schülerinnen und Schüler die Naturgewalt Vulkan aus einer ganz neuen Perspektive.“ Nun kann man auf „zum Modul“ klicken und das Lernmodul wird gestartet (aktuellste Version abrufbar unter: <http://elearn.ebenefuenf.de/modul/leben-am-vulkan> [19.05.16]). Zu Beginn des Lernmoduls erscheint zunächst die Fragestellung, in der erläutert wird, was der Lernende in diesem Modul lernen kann. Der Proband kann anschließend auf „weiter“ klicken (vgl. Abb. 47).

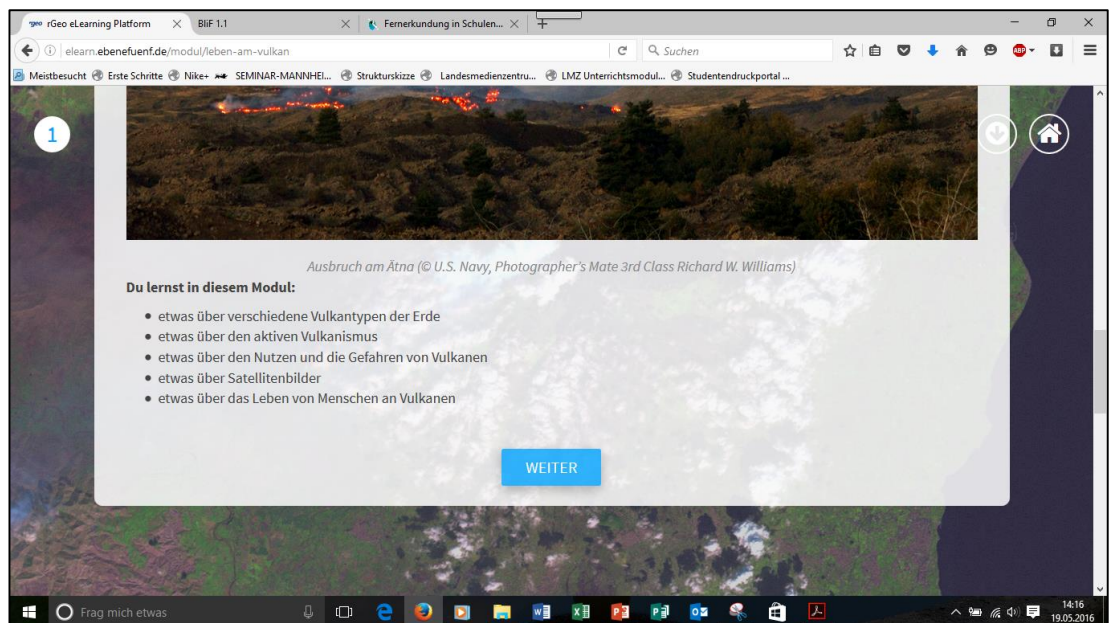


Abbildung 47: Menüführung des Lernmoduls (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Nun stellt sich der Assistent vor, der in Prototyp B noch „Lewis“ hieß. Mittlerweile wurde er in „Lorenzo“ umgetauft. „Lewis“ erläutert auch die Fragestellung genauer, warum sich die Lernenden damit befassen sollen. Ein Klick auf „weiter“ führt zum nächsten Lernabschnitt „Was sind eigentlich Vulkane?“. In diesem Lernabschnitt werden die verschiedenen Vulkane aus Prototyp A gezeigt und anschließend der Begriff eines Vulkans definiert. Diese Definition wird anhand einer Quizfrage überprüft. Um zum nächsten Lernabschnitt zu gelangen, muss die Frage richtig beantwortet werden. Insgesamt haben die Lernenden dafür drei Versuche (vgl. Abb. 48). Wird die Frage zum vierten Mal falsch beantwortet, wird dies in der Nutzungsstatistik vermerkt und man gelangt dennoch weiter zum nächsten Lernabschnitt.

4. Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen

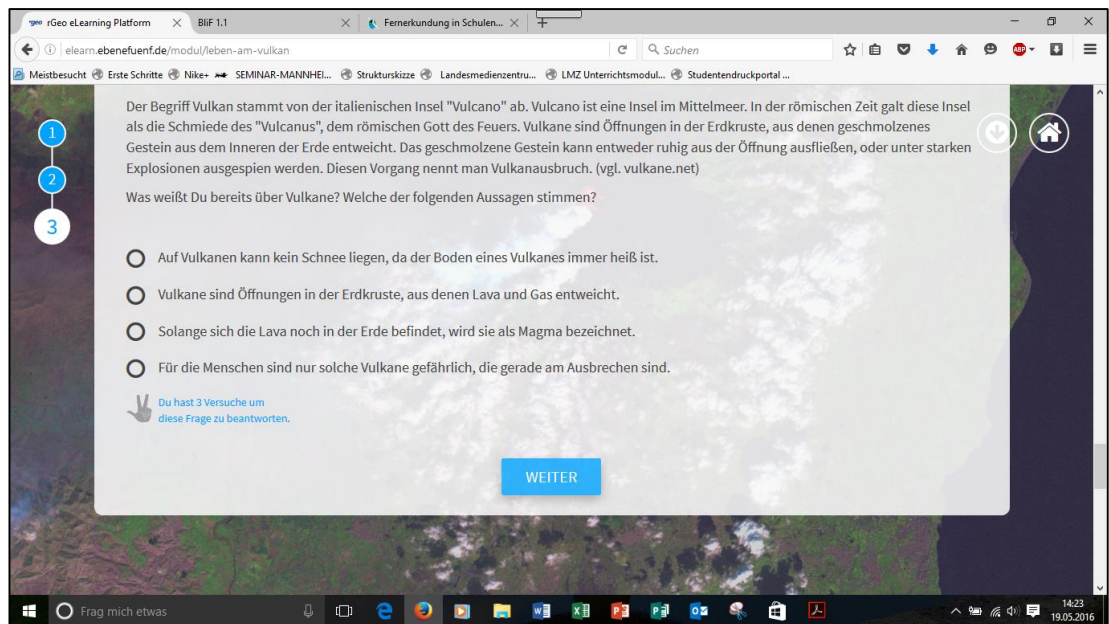


Abbildung 48: Quizfrage innerhalb eines Lernabschnitts (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Im nächsten Lernabschnitt wird geklärt, was ein Vulkanausbruch ist. Auch dieser Abschnitt wird wieder mit einer Quizfrage überprüft. Im weiteren Verlauf wird sich mit der Frage beschäftigt, wie es eigentlich zu einem Vulkanausbruch kommt. Hierfür werden Video- und Bilddaten zur Veranschaulichung eingesetzt. Das Video kann unter <https://youtu.be/zyCHe3w6r-I> [19.05.16] abgerufen werden und zeigt einen Trailer des Schulfilms über Vulkanismus von GIDA.

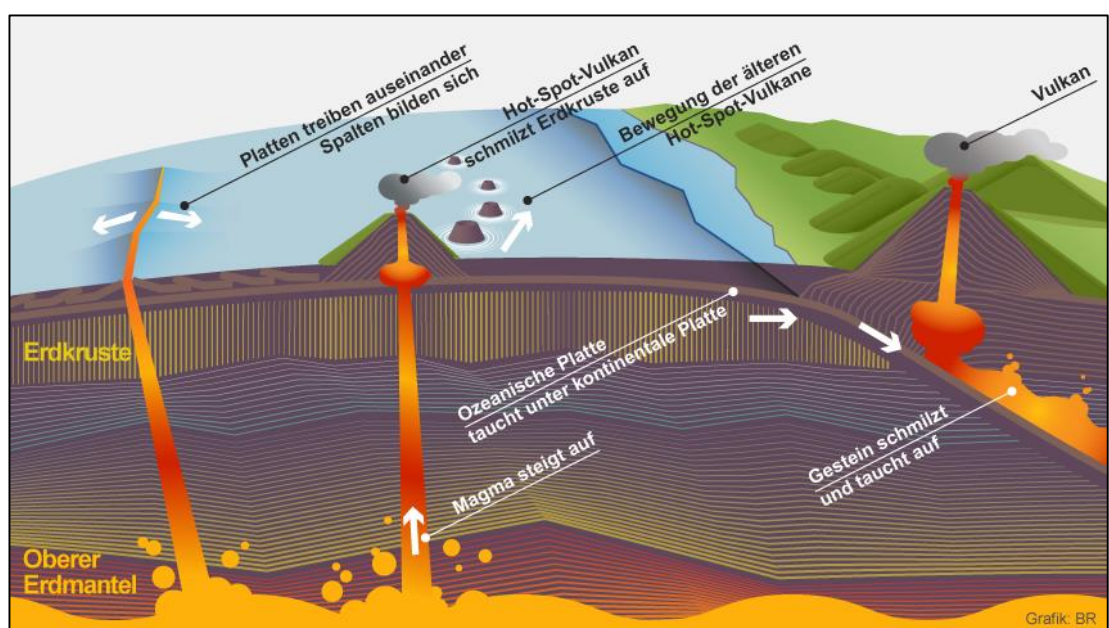


Abbildung 49: Entstehung von Vulkanen (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Mit Hilfe der Grafik oben (vgl. Abb. 49) wird die Entstehung von Vulkanen weiter verdeutlicht. Mit einer Quizfrage schließt auch dieser Lernabschnitt ab. Im nächsten Lernabschnitt wird die Verteilung von Vulkanen via Film eines Flugszenarios der aktiven Vulkane (https://youtu.be/qCr_xytp5gg [19.05.16]) und einer thematischen Karte (vgl. Abb. 50) verdeutlicht und mit einer Quizfrage überprüft.

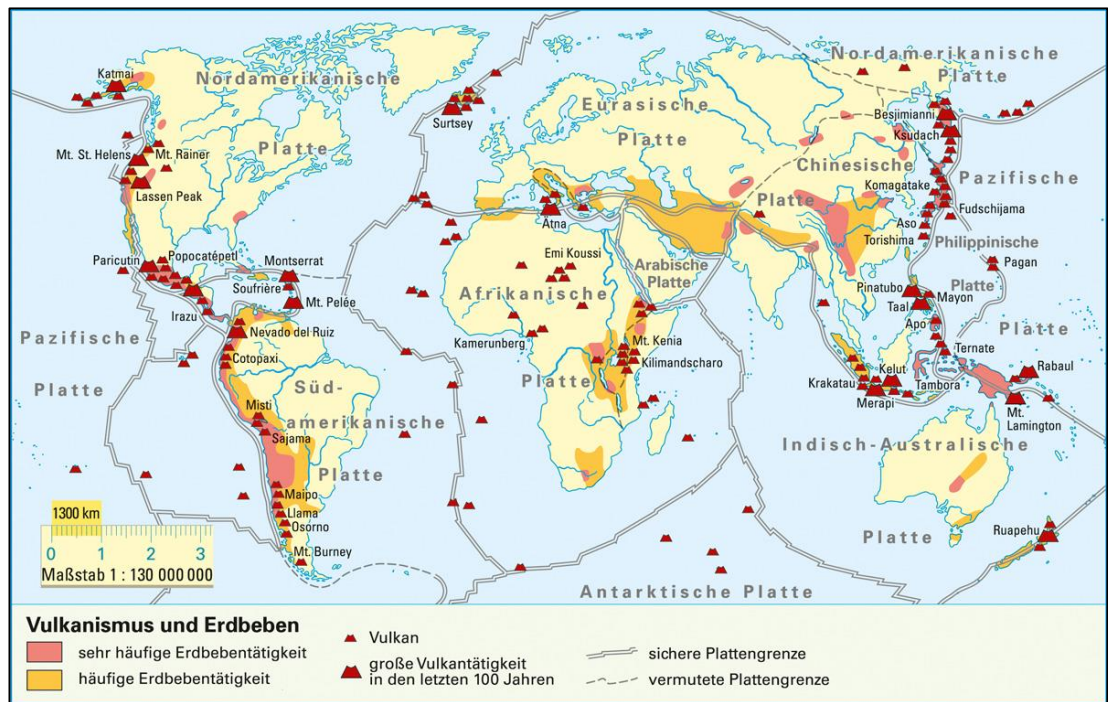


Abbildung 50: Verteilung der Vulkane auf der Erde (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Nachdem der Vulkanismus thematische eingeführt wurde, wird anschließend der Ätna mit Hilfe eines Übersichtsfluges veranschaulicht (Video erstellt von *Ebene Fünf*, abrufbar unter <https://youtu.be/Ujw8EyiKr98> [19.05.16]). Der geographische Hintergrund wird damit abgeschlossen und es folgt die aktive Auseinandersetzung mit dem Satellitenbild. Dazu verweist das Lernmodul auf die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF, für die ein weiterer Nutzungsaccount erforderlich ist. Diesen haben die Probanden während des Lernsettings erhalten. Falls die Lernenden zunächst wissen möchten, wie ein Satellitenbild entsteht, können sie sich unter FIS-Uni-Bonn genauer informieren. Das Lernmodul verlinkt auf die Webseite der Uni Bonn (<http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/dem-unsichtbaren-auf-der-spur> [19.05.16]). Dafür wird ein neuer Reiter im Browser geöffnet. Wenn die

Schülerinnen und Schüler bereit für die Satellitenbildanalyse sind, klicken sie auf „weiter“. Das Lernmodul führt nun, wie das Arbeitsblatt in Prototyp A, Schritt für Schritt durch BLIF (vgl. Abb. 51). Hierfür wird BLIF in einem neuen Reiter des Browsers geöffnet. Es muss dabei zwischen den beiden Reitern „Lernmodul“ und „BLIF“ hin und her gewechselt werden, um die Arbeitsschritte nach und nach durchzugehen, d.h. nach jedem durchgeführten Arbeitsschritt in BLIF wird in das Lernmodul gewechselt und mit „weiter“ bestätigt, dass dieser Schritt durchgeführt wurde.

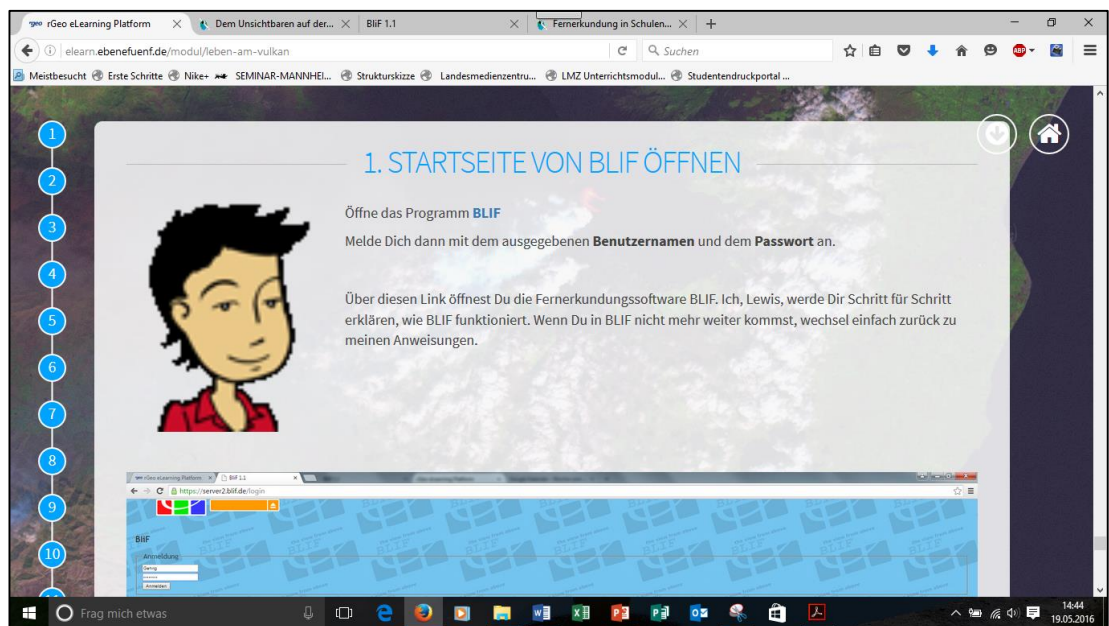


Abbildung 51: Arbeitsanweisungen im Lernmodul zur Ausführung der Satellitenbildanalyse (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Der „Fortgeschrittenen-Modus“ wird, wie in Prototyp A, ausgewählt und das Satellitenbild des Ätnas von 2013 ausgewählt. Das Untersuchungsgebiet wird ausgewählt und mit Hilfe der „automatischen Kontrastverbesserung“ die Helligkeit des Bildes verbessert. Die Begriffserklärungen können dabei sowohl in BLIF durch Anklicken der Begriffe im Assistenten oder durch die blau unterlegten Begriffe direkt im Lernmodul aufgerufen werden. Diese sind mit den entsprechenden Begriffsklärungen auf der BLIF-Seite verlinkt. Im nächsten Lernabschnitt lernen die Probanden verschiedene Farbbilder des Satellitenbildes kennen, indem sie unterschiedliche Kanalkombinationen ausprobieren. Das Lernmodul gibt hier bereits Hinweise, auf die angezeigten Farben, die in der folgenden Tabelle noch einmal verdeutlicht werden.




R=4 G=3 B=2 (Echtfarbenbild)	R=5 G=4 B=3 (Falschfarbenbild, rot zeigt hier gesunde Ve- getation)	R=6 G=5 B=4 (Falschfarbenbild, grün zeigt hier gesunde Ve- getation, Lava wird sichtbar)
		

Tabelle 2: Unterschiedliche Kanalkombinationen (Quelle: BLIF)

Die verschiedenen Bildelemente konnten durch Anklicken „natürlicher Elemente“ in einem Quiz ausgewählt und überprüft werden. Mit Hilfe einer Slider-Funktion konnten die Probanden herausfinden, in welcher Farbe die Bildelemente Wasser, Vegetation und Lava in den dargestellten Kanalkombinationen (vgl. Tab. 2) dargestellt werden. Dies konnte durch Auswahl von Multiple-Choice-Fragen getroffen werden.

In der nächsten Aufgabe sollten Bildausschnitte in Falschfarben den korrekten Bildelementen in Echtfarben zugeordnet werden (vgl. Abb. 52). Dazu konnten die entsprechenden Falschfarbenbildausschnitte auf die entsprechenden Echtfarbenbildelemente gezogen werden. Die Zuordnung wurde durch das Lernmodul mit Pfeilen gekennzeichnet. Bei Bedarf konnten die Pfeile wieder gelöscht werden oder die Aufgabe bestätigt werden, was entweder zu einem erneuten Versuch oder zur Bestätigung, dass alles richtig gelöst wurde, führte. Mit Hilfe des Vegetationsindex konnte die Pflanzendecke auf dem Satellitenbild untersucht werden. Dabei mussten die Schülerinnen und Schüler in einem Quiz unterscheiden, auf welchem Bildausschnitt mehr gesunde Vegetation zu sehen ist. Hierfür wurden ihnen ein roter und ein grüner Ausschnitt zur Auswahl gestellt (vgl. Abb. 53).

4. Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen

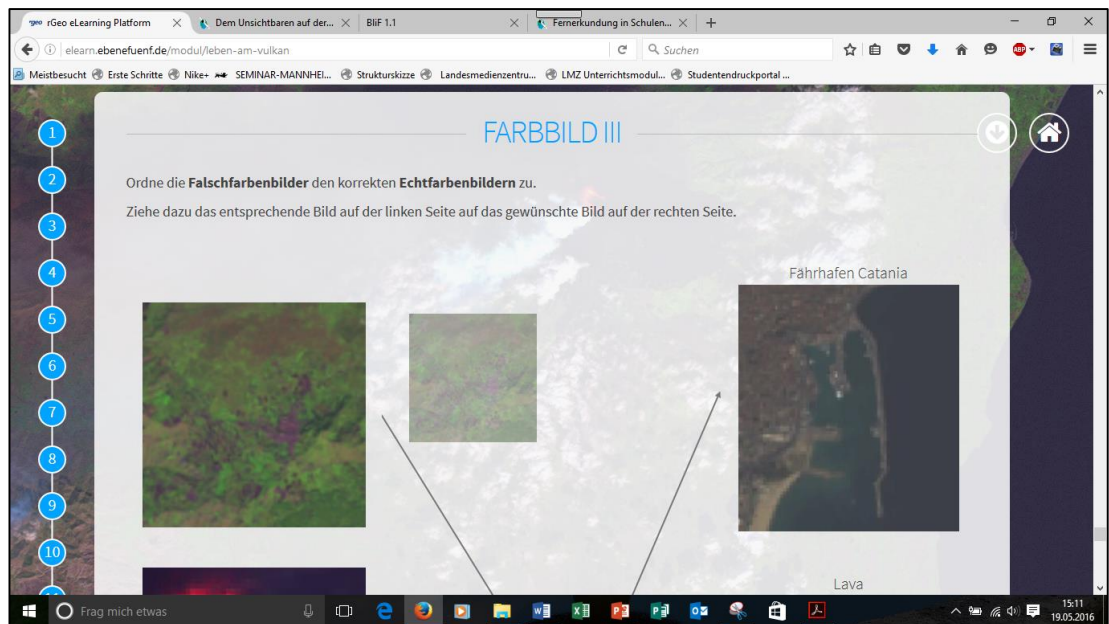


Abbildung 52: Zuordnungsquiz in Prototyp B (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

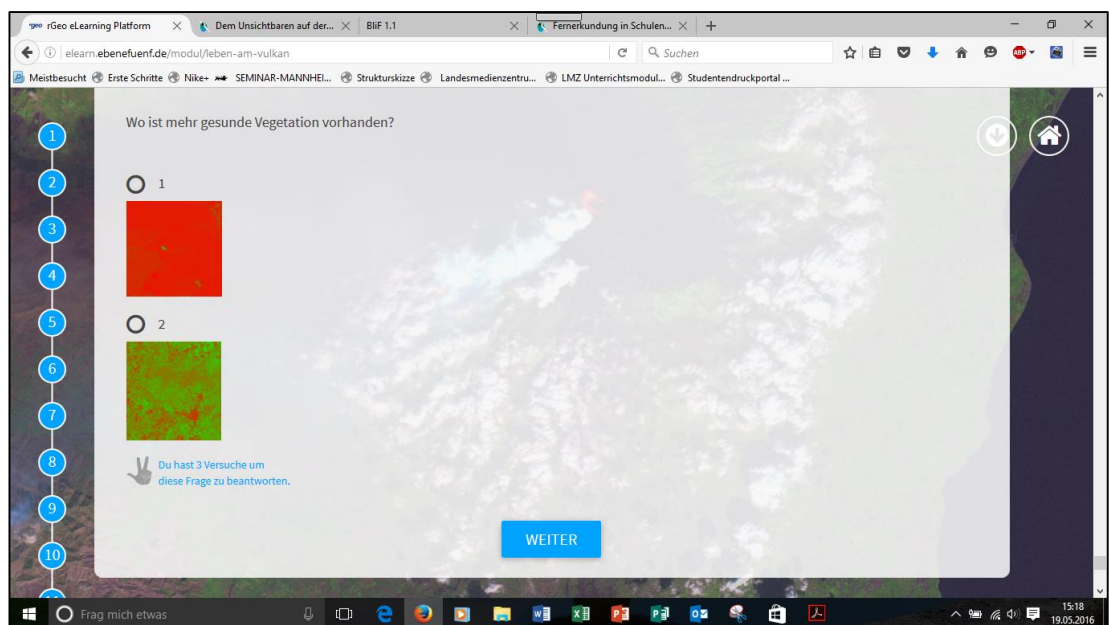


Abbildung 53: Quizfrage zum Vegetationsindex (Quelle: ebenefuenf.de [19.05.16])

Unter Menüpunkt 8 wurde, wie auch in Prototyp A, eine Vulkananalyse in Form einer Messung des Lavastroms vorgenommen. Die Anleitung hierfür gab das Lernmodul, die Messung selbst erfolgte in BLIF und die Lösungen konnten wiederum direkt im Lernmodul eingegeben werden. Im nächsten Lernabschnitt lernten die Probanden das Leben am Vulkan kennen. Hierfür wurde die analoge Aufgabe aus Prototyp A digitalisiert, sodass die regionale

Nutzung des Vulkans in Form von Wirtschaft, Freizeit und Erholung mit Hilfe einer Zuordnungsaufgabe gelöst werden konnte. Zusätzlich konnten die Lernenden unter einem Link auf Planet Wissen (<http://www.planet-wissen.de/natur/naturgewalten/vulkane/pwielebenmitvulkanen100.html> [19.05.16]) nachlesen, warum Menschen an Vulkanen leben und dies mit Hilfe eines Multiple-Choice-Quiz beantworten. Wer alle Aufgaben bis dahin gelöst hat, wurde durch das Lernmodul auf Zusatzaufgaben hingewiesen, sich mit weiteren Vulkanen (Vesuv, Stromboli, Mauna Loa) zu beschäftigen. Wer fertig war, klickte auf „weiter“ und erhielt eine Bestätigung, dass das Lernmodul erfolgreich beendet wurde. Es folgte eine Verlinkung zur Online-Evaluation, um Feedback über das Lernmodul zu geben. Mit einem weiteren Klick auf „weiter“ gelangten die Schülerinnen und Schüler zur Auswertung und erhielten ein Zertifikat für die Teilnahme am Lernmodul, was aber aus technischen Gründen nicht ausgedruckt werden konnte. Das Lernmodul in Version Prototyp B findet sich als PDF-Datei im Anhang in digitaler Form auf CD-ROM. Die aktuellste Version des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ kann unter <http://elearn.ebenefuenf.de/modul/leben-am-vulkan> [19.05.16] abgerufen werden.

4.3 Vorstellung der Ergebnisse aus der Schülerevaluation (Online-Evaluation)

Nachdem die beiden Prototypen des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ in den vorherigen Abschnitten vorgestellt wurden, sollen hier die wichtigsten Aussagen und Erkenntnisse aus der Schülerevaluation der beiden Testzyklen (Prototyp A und Prototyp B) dargestellt werden. Dabei werden die Ergebnisse aus den beiden Versionen des Lernmoduls miteinander verglichen.

4.3.1 Angaben zur Person (A)

Zum Test der ersten Version des Lernmoduls (Prototyp A = Testgruppe I) kamen am 13.07.2015 insgesamt zwölf Schülerinnen und Schüler, wovon neun männlich und drei weiblich waren. Zum Test der zweiten, optimierten Version des Lernmoduls (Prototyp B = Testgruppe II) kamen am 15.12.2015 insgesamt neun Schülerinnen und Schüler, wovon acht männlich und eine weiblich waren. Zwei identische Lehrerinnen begleiteten die Klassen zum ersten und zweiten Test, wobei es sich bei den beiden Tests des Lernmoduls

um unterschiedliche Schülerinnen und Schüler handelte. Die Probanden entsprachen in beiden Testgruppen einem Alter von 13-15 Jahren und besuchten alle die 8. Klasse, wobei in der ersten Testgruppe (Prototyp A) vier Schülerinnen und Schüler die Realschule besuchten und acht das Gymnasium und in der zweiten Testgruppe (Prototyp B) alle Schülerinnen und Schüler das Gymnasium besuchten. Die letzte Zeugnisnote der ersten Testgruppe schwankte zwischen zwei und vier, die der zweiten Testgruppe zwischen eins und fünf.

4.3.2 Fragen zum Lernmodul (B)

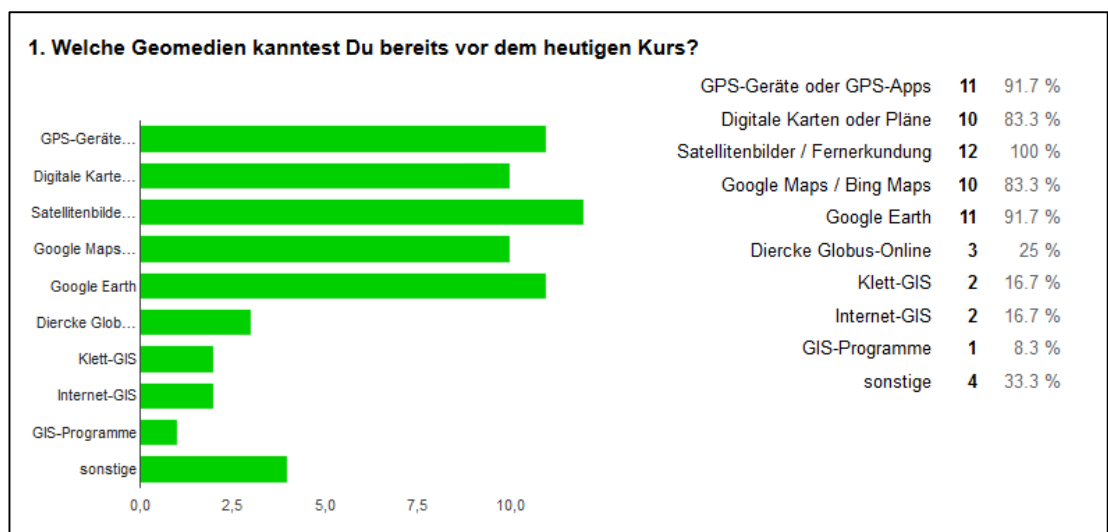


Abbildung 54: Geomedien, die SuS vor dem Kurs kannten, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

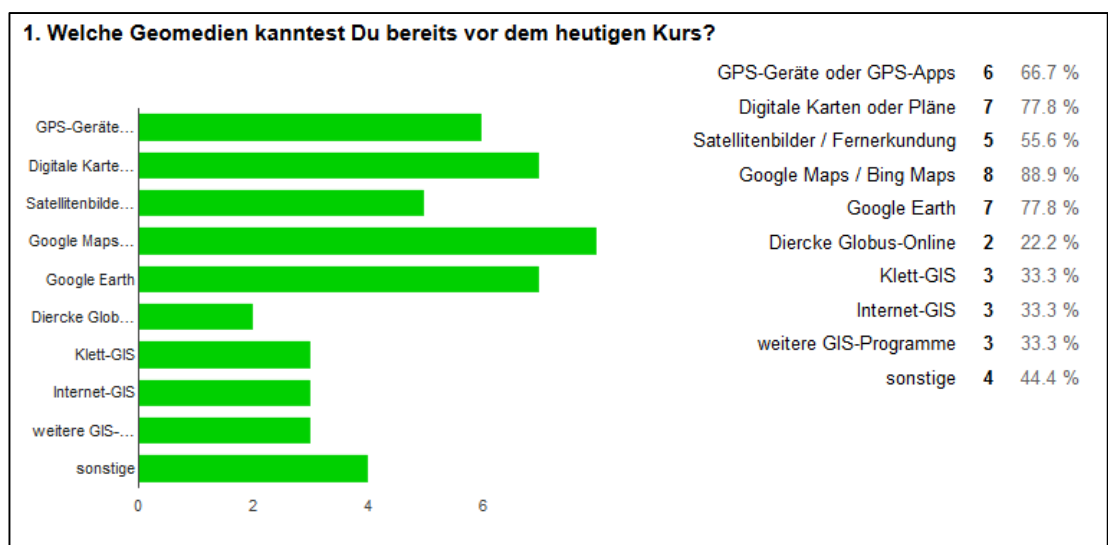


Abbildung 55: Geomedien, die SuS vor dem Kurs kannten, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Alle Schülerinnen und Schüler der ersten Testgruppe (vgl. Abb. 54) haben angegeben, dass sie bereits vor dem Kurs Satellitenbilder kannten. Fast alle Probanden kannten bereits digitale Karten oder Pläne, GPS-Geräte bzw. GPS-Apps und Google Maps/Bing sowie Google Earth. Vereinzelte Schülerinnen und Schüler kannten bereits GIS-Programme.

Betrachtet man Abbildung 55 oben, fällt auf, dass lediglich fünf der anwesenden Schülerinnen und Schüler bereits Satellitenbilder vor dem Kurs kannten. Die Testgruppe II kannte eher Google Maps, Google Earth und Digitale Karten, jedoch kaum Diercke Globus Online und GIS-Programme.

Mit der Gestaltung der Kursräume und der technischen Ausstattung der GIS-Station waren die meisten Schülerinnen und Schüler aus beiden Testgruppen zufrieden.

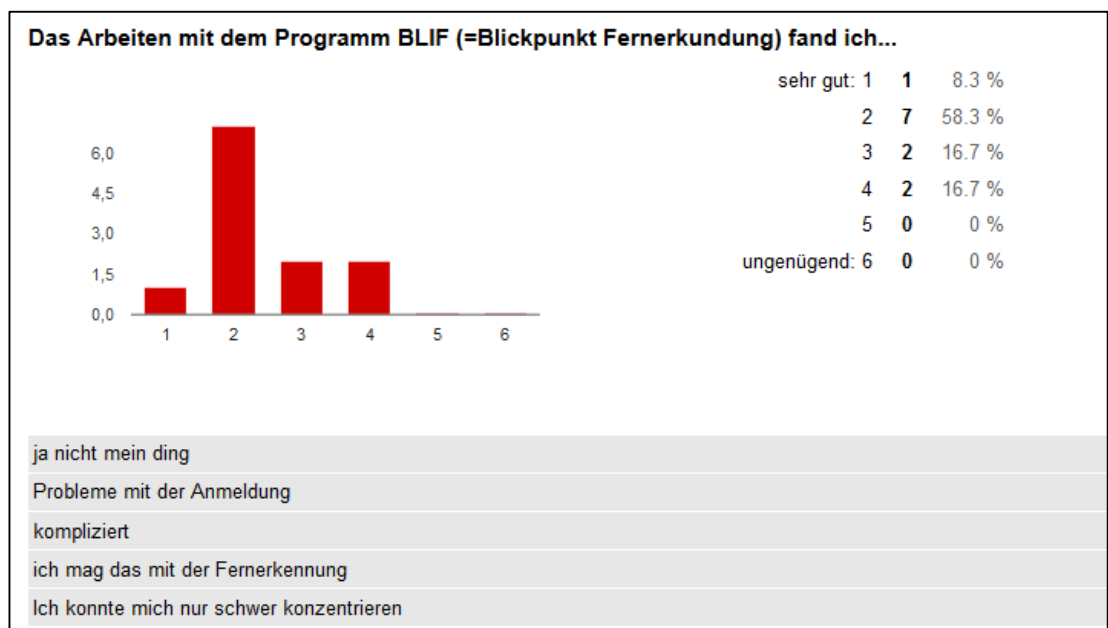


Abbildung 56: Das Arbeiten mit BLIF, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

Betrachtet man die Ergebnisse aus der Arbeit mit BLIF, fallen Unterschiede zwischen den beiden Testgruppen auf: Die meisten Schülerinnen und Schüler der ersten Testgruppe (vgl. Abb. 56) empfanden das Arbeiten mit dem Programm BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) gut. Dabei konnten beide Testgruppen zusätzlich zu den Bewertungen noch freiwillige Angaben in Textform angeben, wie in Abb. 56 und 57 ersichtlich. Insgesamt vier von zwölf Teilnehmern aus der ersten Testgruppe empfanden die Arbeit mit dem Programm weniger gut.

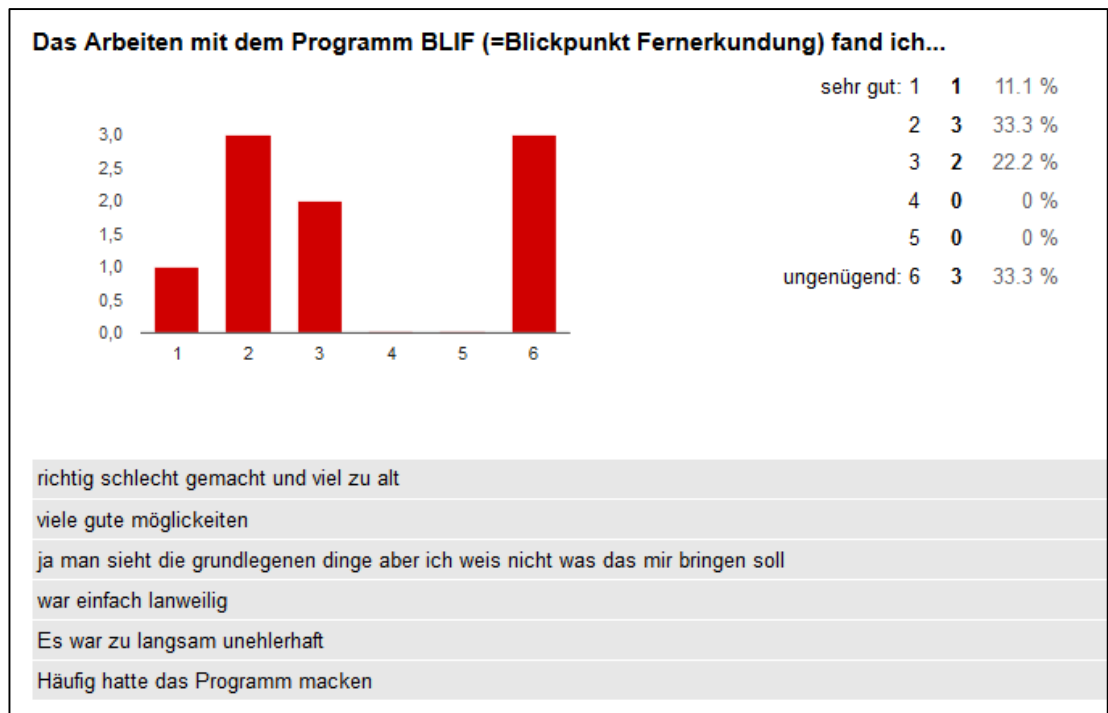


Abbildung 57: Das Arbeiten mit dem Programm BLIF, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Im Gegensatz zur ersten Testgruppe empfanden die Teilnehmer der zweiten Testgruppe das Arbeiten mit dem Programm BLIF teilweise gut, aber auch teilweise ungenügend. Bemerkungen der Probanden waren dabei: „richtig schlechtgemacht und viel zu alt“ aber auch „viele gute Möglichkeiten“.

In einer weiteren offenen Frage konnten beide Testgruppen jeweils angeben, welche Eindrücke sie aus dem Kurs mitgenommen haben. Dabei fanden es einige gut und würden gerne noch einmal vorbeikommen. Sie haben viel über Satellitenbilder erfahren und etwas über Vulkane gelernt. Ebenso hat es ihnen Freude bereitet.

Die Art der Aufgaben stufen beide Testgruppen zwischen sehr gut bis mangelhaft ein, dagegen kam die Arbeit mit dem Computer bei den meisten Teilnehmern sehr gut bis gut an.

Betrachtet man die Frage zu den Erklärungen des Dozenten, ergeben sich einige Unterschiede zwischen den beiden Testgruppen. Die erste Testgruppe (vgl. Abb. 58) erachtete die Erklärungen zum größten Teil als sehr gut, während die zweite Testgruppe (vgl. Abb. 59) die Erklärungen des Dozenten zwar noch zum größten Teil als gut einstufte, jedoch in den Bemerkungen zu

verstehen gab, dass es niemanden gab, der die Dinge richtig erklärt hat, da das Programm (Lernmodul Prototyp B) alles verständlich erklärt hat.

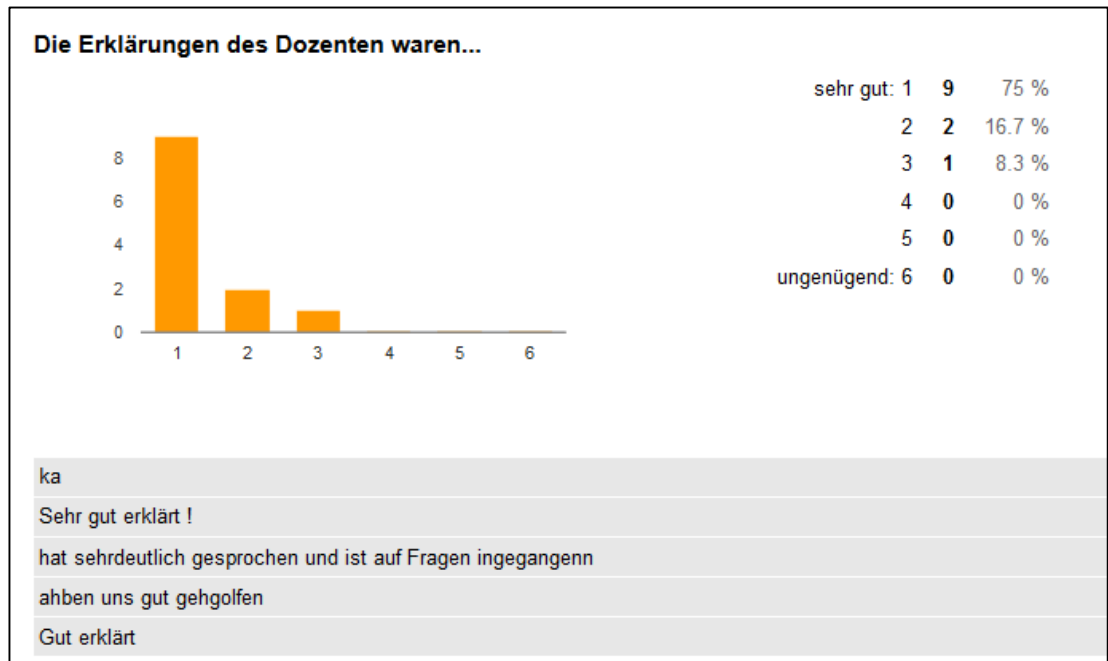


Abbildung 58: Erklärungen des Dozenten, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

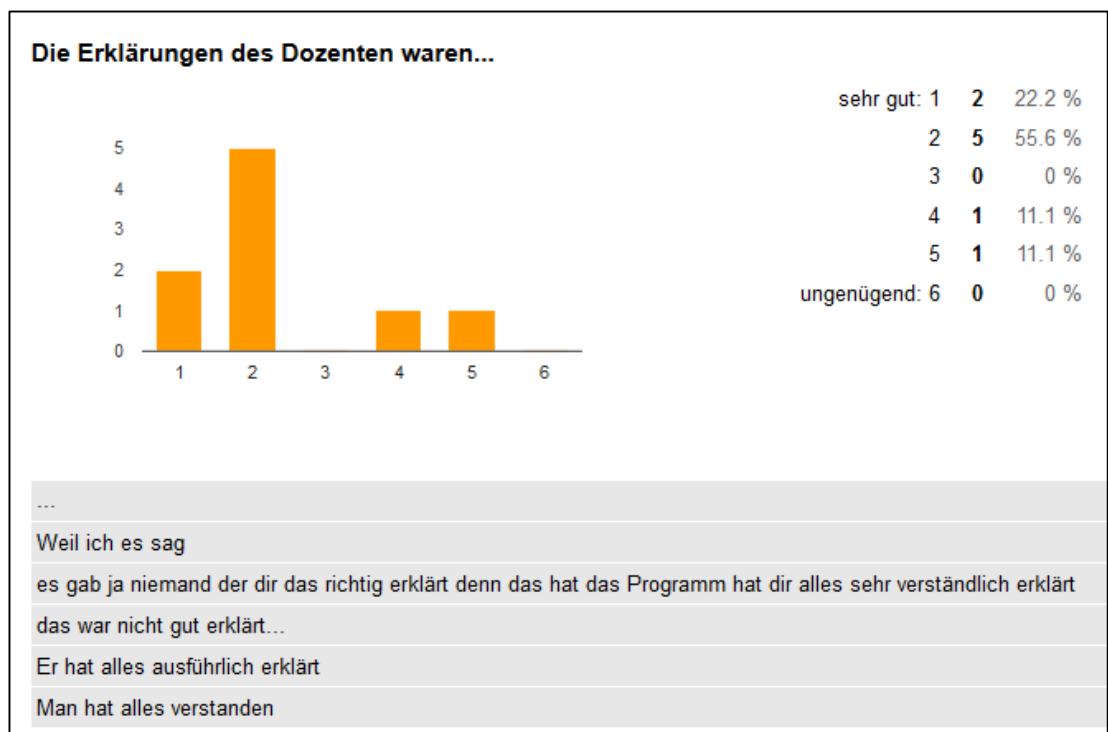


Abbildung 59: Erklärungen des Dozenten, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Die Gesamtdauer des Kurses war für die meisten Schülerinnen und Schüler aus der ersten Testgruppe (vgl. Abb. 60) gut bis sehr gut, für die zweite Testgruppe eher gut bis befriedigend (vgl. Abb. 61). Ein Proband erachtete die Gesamtdauer des Kurses als ungenügend.

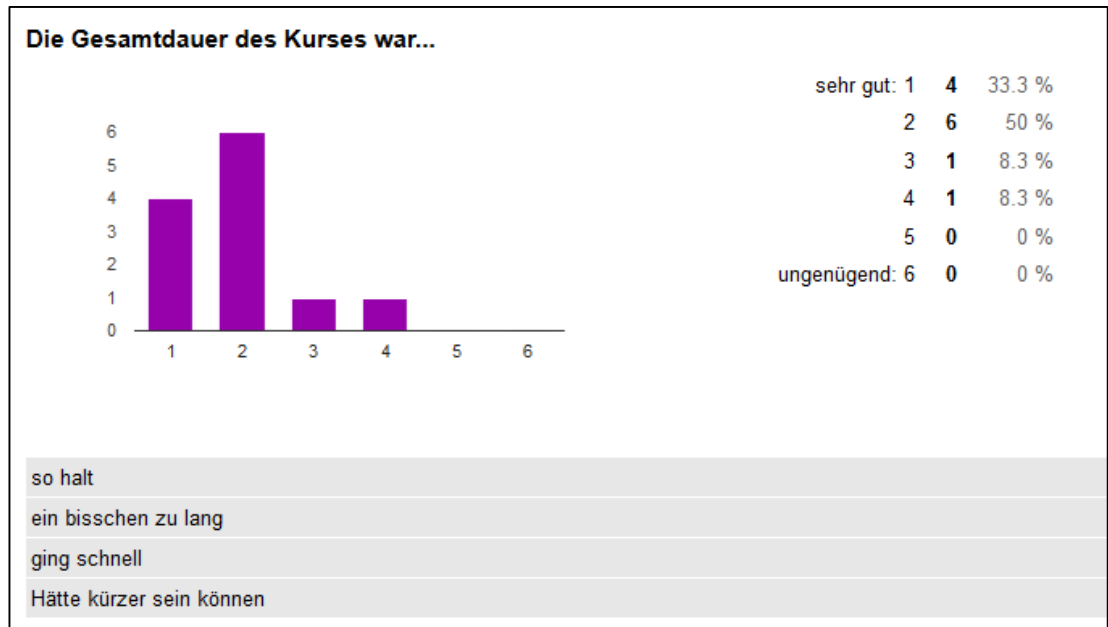


Abbildung 60: Gesamtdauer des Kurses, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)



Abbildung 61: Gesamtdauer des Kurses, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Bei der Frage, ob das Lernmodul die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler erfüllt habe, gaben die meisten Probanden der ersten Testgruppe an, dass das Lernmodul die Erwartungen überhaupt nicht erfüllt habe. Ledig-

lich ein Schüler gab an, dass das Lernmodul die Erwartungen völlig erfüllt habe (vgl. Abb. 62).

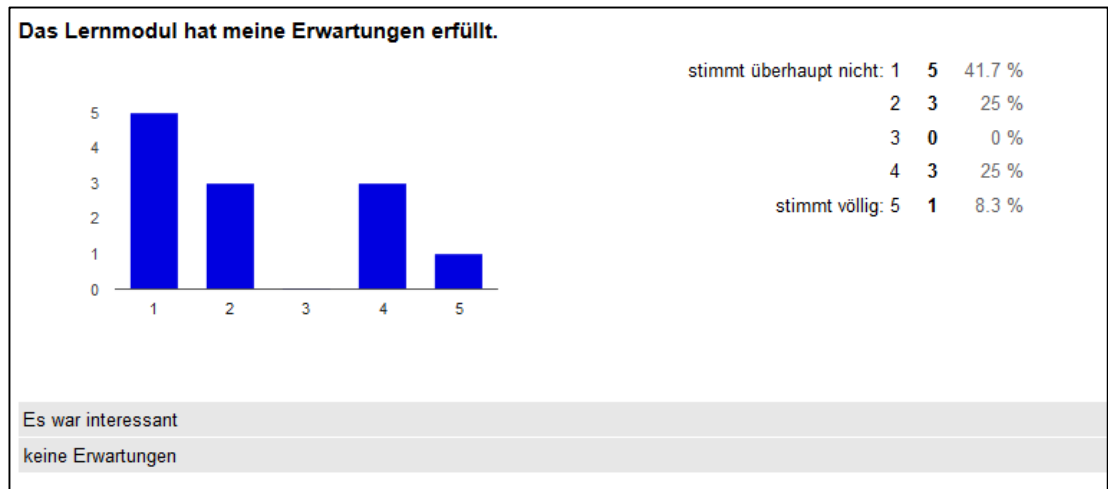


Abbildung 62: Erwartungen an das Lernmodul, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

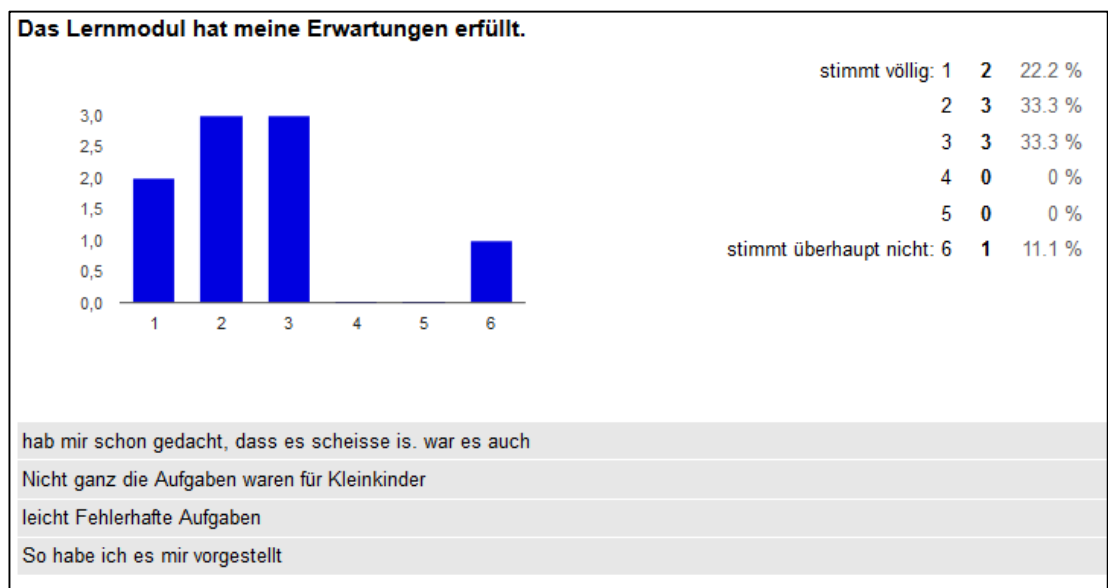


Abbildung 63: Erwartungen an das Lernmodul, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Vergleicht man die Ergebnisse mit der zweiten Testgruppe, lässt sich erkennen, dass das Lernmodul bei den meisten Teilnehmern die Erwartungen erfüllt hat (vgl. Abb. 63). Hier sei der Hinweis angegeben, dass die zweite Testgruppe eine optimierte Evaluation erhielt, die auf das Schulnotensystem von 1 bis 6 (1 = stimmt völlig zu, 6 = stimmt überhaupt nicht) adaptiert wurde.

Auch bei der Frage, ob das Lernmodul Spaß gemacht habe, gaben die meisten Schülerinnen und Schüler der ersten Testgruppe an, dass es ihnen keinen Spaß gemacht habe. Zwei von zwölf Probanden gaben an, dass es ihnen sehr viel Spaß gemacht habe (vgl. Abb.64).

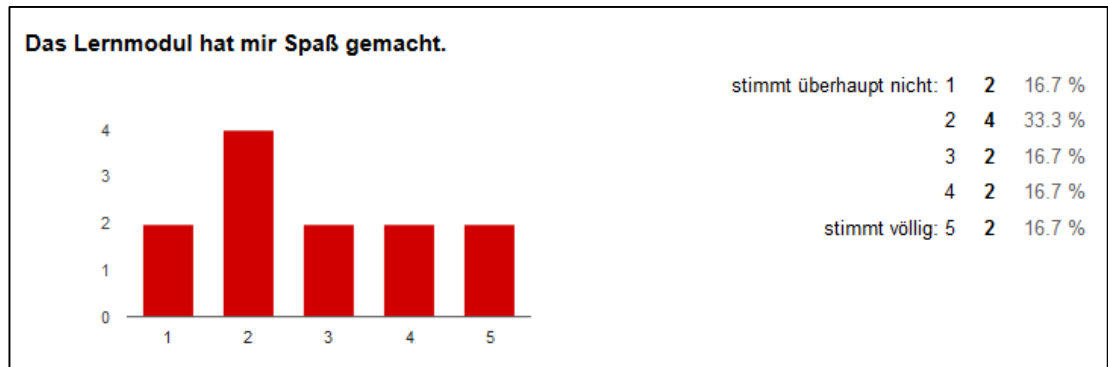


Abbildung 64: Spaßfaktor des Lernmoduls, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

Die zweite Testgruppe gab an, dass ihnen das Lernmodul zum größten Teil Spaß bereitet habe. Insgesamt drei Personen hat es laut Abb. 65 keinen Spaß bereitet.

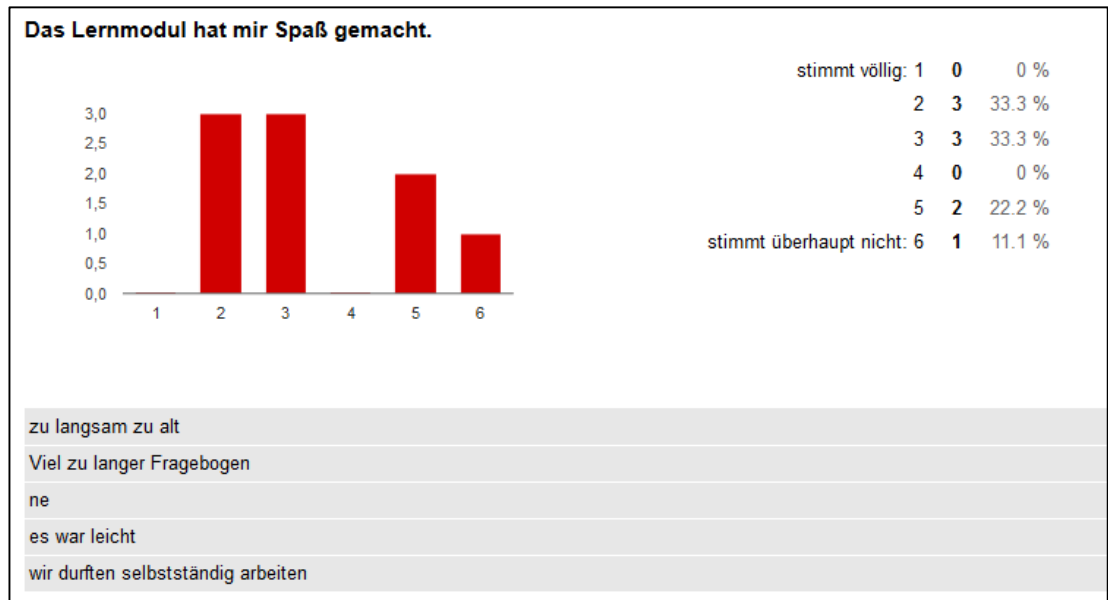


Abbildung 65: Spaßfaktor des Lernmoduls, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Auch bei der Frage, ob das Lernmodul selbsterklärend war, fallen enorme Unterschiede zwischen den beiden Testgruppen auf. Die erste Testgruppe gab an, dass das Lernmodul nicht selbsterklärend war, während die zweite

Testgruppe angab, dass das Lernmodul selbsterklärend war. Betrachtet man die Ergebnisse in Abb. 66 und Abb. 67 genauer, fällt auf, dass hier wieder mit zwei unterschiedlichen Skalen gearbeitet wurde.

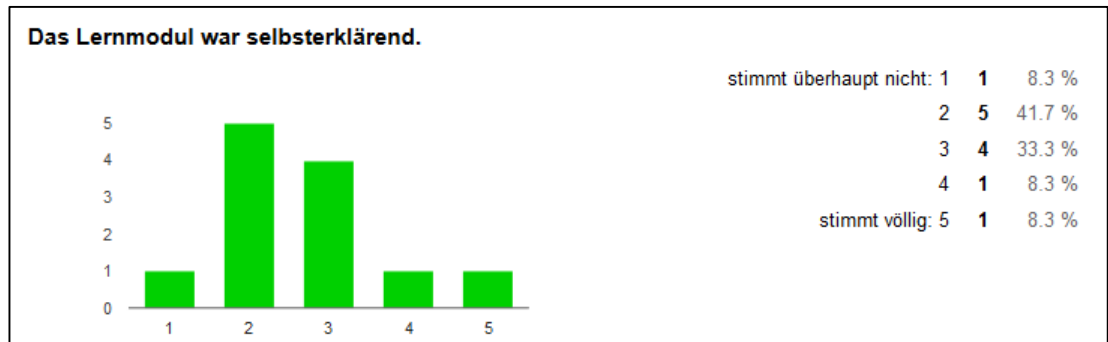


Abbildung 66: Das Lernmodul war selbsterklärend, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

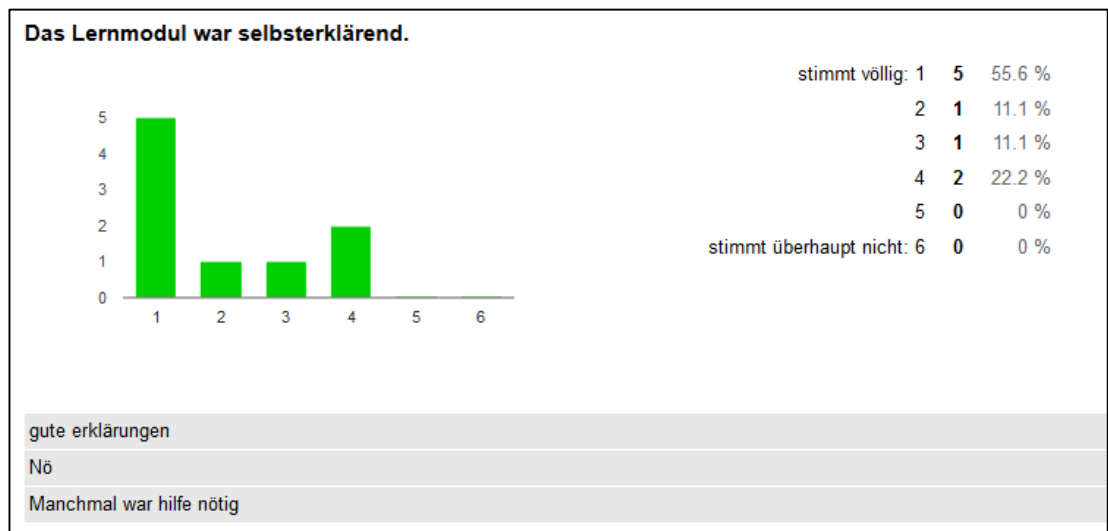


Abbildung 67: Das Lernmodul war selbsterklärend, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Laut den Ergebnissen würde die beiden Testgruppen ähnliche Lernmodule auch nicht gerne wieder bearbeiten, wobei Probanden der zweiten Testgruppe angaben, dass dies wohl dieselben Fragen wären und sie keine Lust haben, die gleichen Fragen noch einmal zu beantworten. Ein Proband gab in der zweiten Testgruppe an, dass das Modul Spaß gemacht hat. Die meisten Schülerinnen und Schüler würden das Lernmodul jedem empfehlen, der etwas zum Thema Vulkanismus lernen möchte. Für einige Teilnehmer war das Lernmodul herausfordernd, für andere weniger. Die Auseinandersetzung mit dem Thema Vulkanismus empfanden beide Testgruppen als sehr gut bis gut.

Das Lernmodul zum Thema Vulkanismus empfand die erste Testgruppe als überwiegend gut, während sich die zweite Testgruppe unsicher war (vgl. Abb. 68 u. 69).

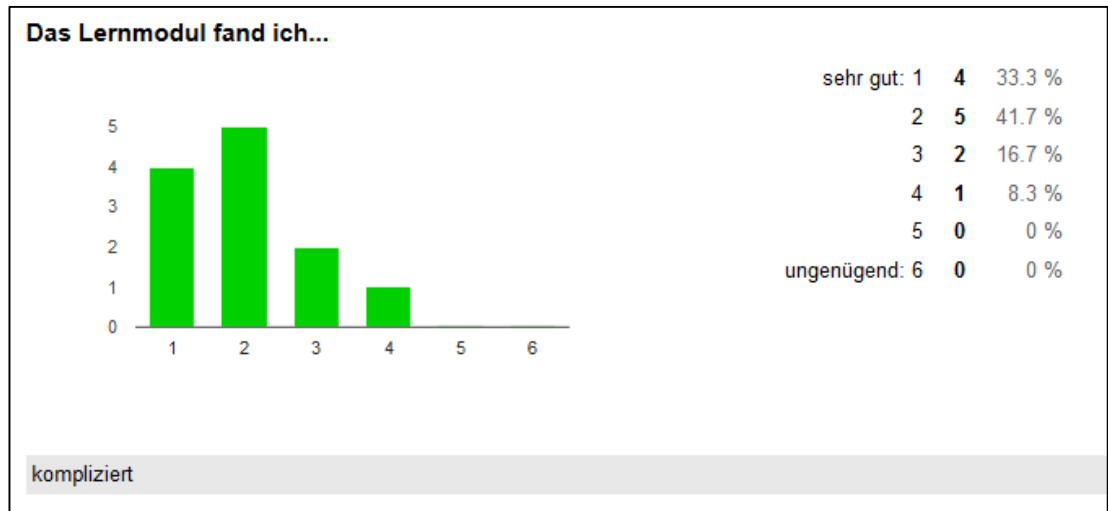


Abbildung 68: Einstufung des Lernmoduls, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

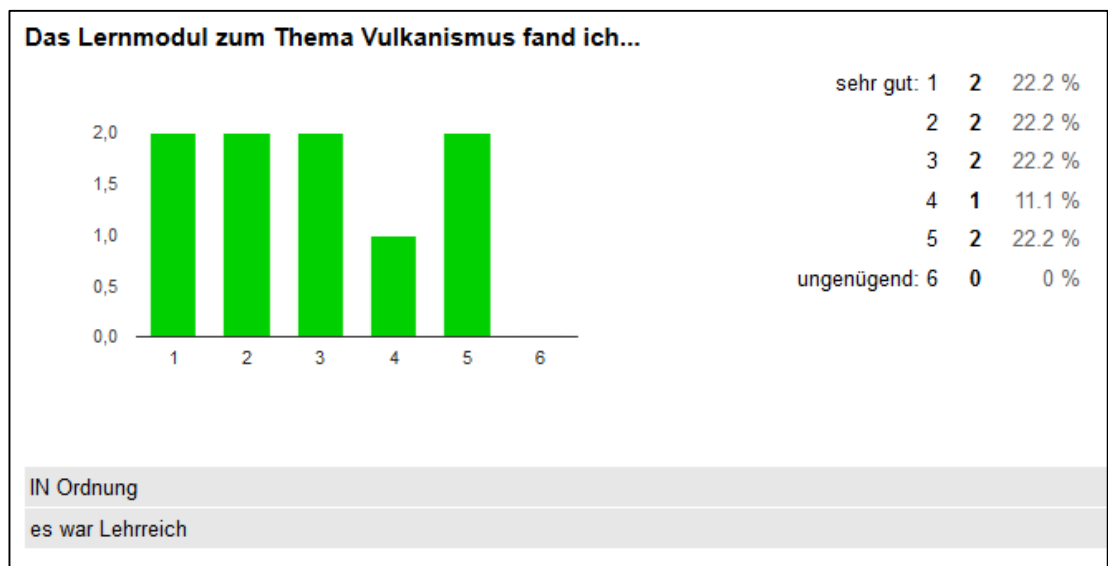


Abbildung 69: Einstufung des Lernmoduls, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

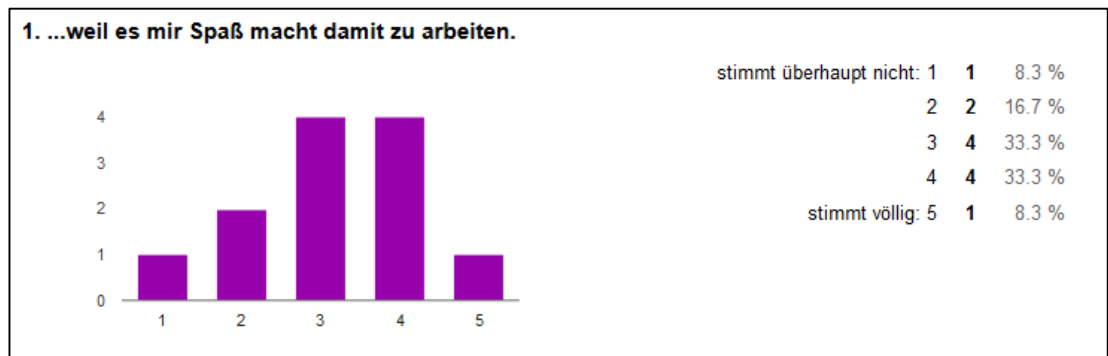
4.3.3 Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern €

Während die erste Testgruppe hier insgesamt 17 Fragen zur Erfassung der intrinsischen und extrinsischen Motivation erhielten (siehe Anhang), wurden bei der zweiten Testgruppe lediglich neun Fragen zur Erfassung der intrinsischen und extrinsischen Motivation ausgegeben. In der ersten Testgruppe

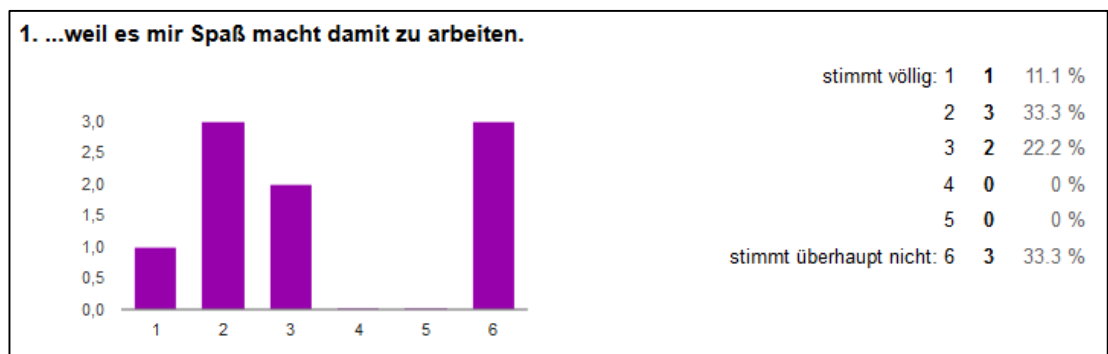
wurden vier unterschiedliche Regulationsstile (MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 4-6) der motivationalen Regulationsstile unterschieden (intrinsische Regulation, identifizierte Regulation, introjizierte Regulation, extrinsische Regulation). Die Schülerinnen und Schüler haben in beiden Testgruppen jeweils keine eindeutigen Aussagen getroffen, was die intrinsische und extrinsische Regulation im Zusammenhang mit dem Lernen mit Satellitenbildern betrifft.

Zur Erfassung der intrinsischen Regulation (intrinsische Motivation) in beiden Testgruppen können folgende Items zu Rate gezogen werden (vgl. MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 7):

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten und lernen mit Satellitenbildern...

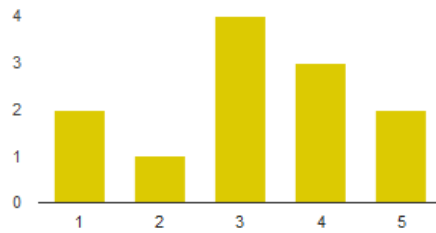


Testgruppe 1



Testgruppe 2

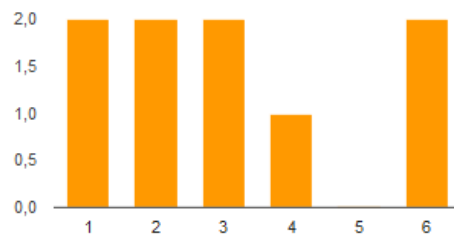
5. ...weil ich neue Dinge lernen möchte.



stimmt überhaupt nicht:	1	2	16.7 %
	2	1	8.3 %
	3	4	33.3 %
	4	3	25 %
stimmt völlig:	5	2	16.7 %

Testgruppe 1

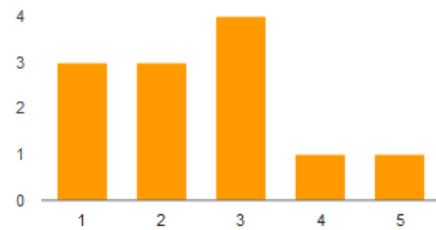
3. ...weil ich neue Dinge lernen möchte.



stimmt völlig:	1	2	22.2 %
	2	2	22.2 %
	3	2	22.2 %
	4	1	11.1 %
	5	0	0 %
stimmt überhaupt nicht:	6	2	22.2 %

Testgruppe 2

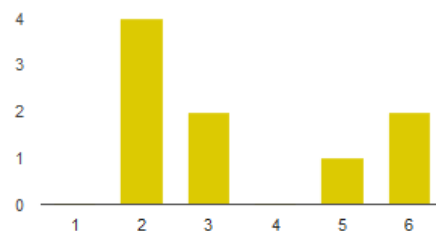
9. ...weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern "von oben" auseinanderzusetzen.



stimmt überhaupt nicht:	1	3	25 %
	2	3	25 %
	3	4	33.3 %
	4	1	8.3 %
stimmt völlig:	5	1	8.3 %

Testgruppe 1

5. ...weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern "von oben" auseinanderzusetzen.

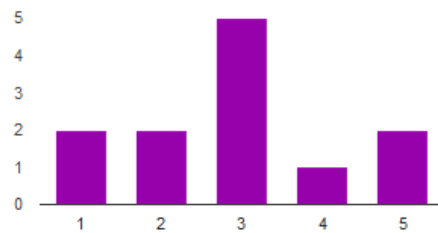


stimmt völlig:	1	0	0 %
	2	4	44.4 %
	3	2	22.2 %
	4	0	0 %
	5	1	11.1 %
stimmt überhaupt nicht:	6	2	22.2 %

Testgruppe 2

4. Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen

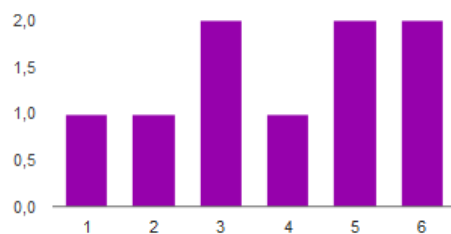
13. ...weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse.



stimmt überhaupt nicht:	1	2	16.7 %
	2	2	16.7 %
	3	5	41.7 %
	4	1	8.3 %
stimmt völlig:	5	2	16.7 %

Testgruppe 1

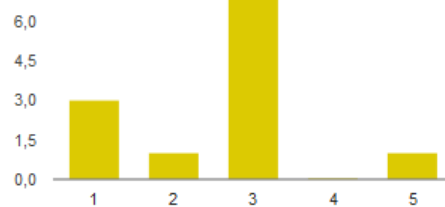
7. ...weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse.



stimmt völlig:	1	1	11.1 %
	2	1	11.1 %
	3	2	22.2 %
	4	1	11.1 %
	5	2	22.2 %
stimmt überhaupt nicht:	6	2	22.2 %

Testgruppe 2

17. ...weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke.



stimmt überhaupt nicht:	1	3	25 %
	2	1	8.3 %
	3	7	58.3 %
	4	0	0 %
stimmt völlig:	5	1	8.3 %

Testgruppe 1

9. ...weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke.



stimmt völlig:	1	0	0 %
	2	3	33.3 %
	3	1	11.1 %
	4	1	11.1 %
	5	1	11.1 %
stimmt überhaupt nicht:	6	3	33.3 %

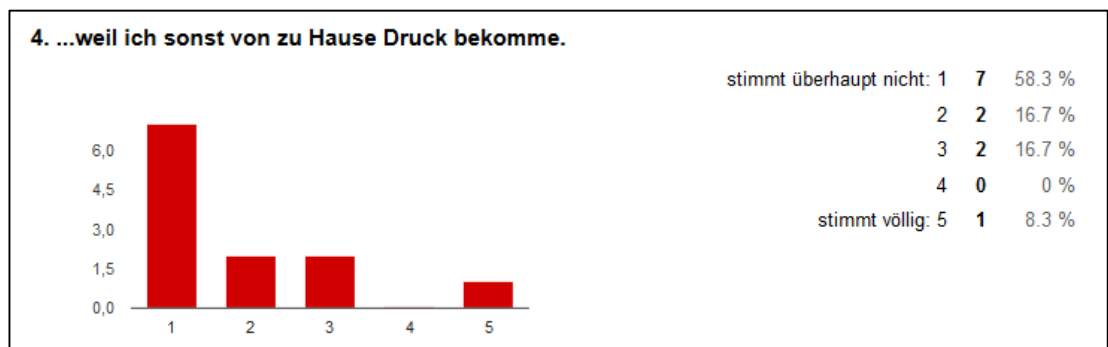
Testgruppe 2

**Abbildung 70: Erfassung intrinsischer Regulation in beiden Testgruppen
(Quelle: Google Forms)**

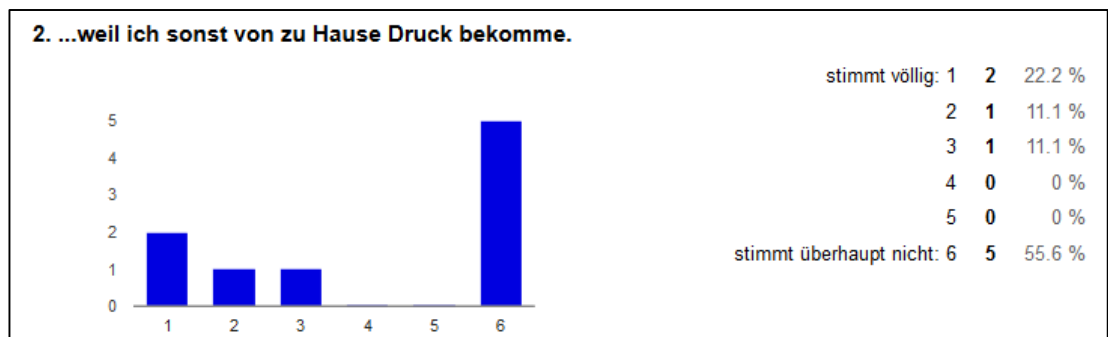
Aus der ersten Testgruppe gab die Mehrheit an, dass sie teilweise bzw. gerne mit Satellitenbildern arbeiten, sie teilweise neue Dinge lernen möchten und sie es zum Teil genießen, sich mit Satellitenbildern auseinanderzusetzen. Zum Teil lösen sie auch gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern und sie denken zum Teil gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nach. Die zweite Testgruppe gab an, dass sie teilweise gerne und nicht so gerne mit Satellitenbildern lernen und arbeiten, weil es ihnen Spaß macht. Die Ergebnisse in Bezug auf das Lernen neuer Dinge sind nicht eindeutig. Jedoch gaben die meisten an, dass sie es genießen, sich mit diesen Bildern „von oben“ auseinanderzusetzen. Sie lösen eher ungern Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern, teilweise denken sie aber gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nach.

Zur Erfassung der externalen Regulation (extrinsische Motivation) in beiden Testgruppen können folgende Items zu Rate gezogen werden (vgl. MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 7):

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten und lernen mit Satellitenbildern...



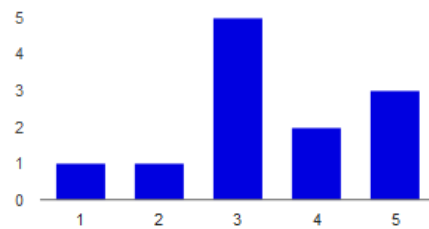
Testgruppe 1



Testgruppe 2

4. Vorstellung der Ergebnisse aus zwei Testzyklen

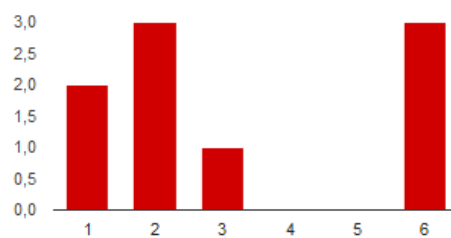
8. ...weil ich sonst Ärger mit meinem Lehrer bekomme.



stimmt überhaupt nicht:	1	1	8.3 %
	2	1	8.3 %
	3	5	41.7 %
	4	2	16.7 %
stimmt völlig:	5	3	25 %

Testgruppe 1

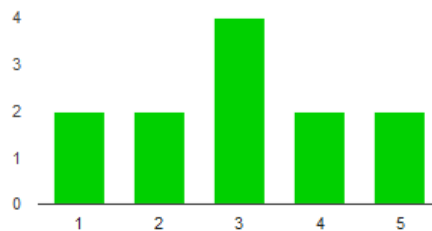
4. ...weil ich sonst Ärger mit meinem Lehrer bekomme.



stimmt völlig:	1	2	22.2 %
	2	3	33.3 %
	3	1	11.1 %
	4	0	0 %
	5	0	0 %
stimmt überhaupt nicht:	6	3	33.3 %

Testgruppe 2

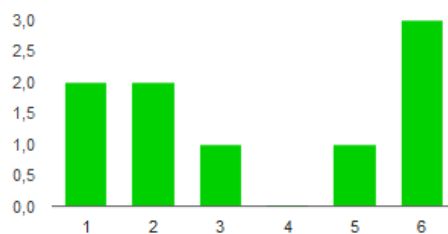
12. ...weil ich sonst schlechte Noten bekomme.



stimmt überhaupt nicht:	1	2	16.7 %
	2	2	16.7 %
	3	4	33.3 %
	4	2	16.7 %
stimmt völlig:	5	2	16.7 %

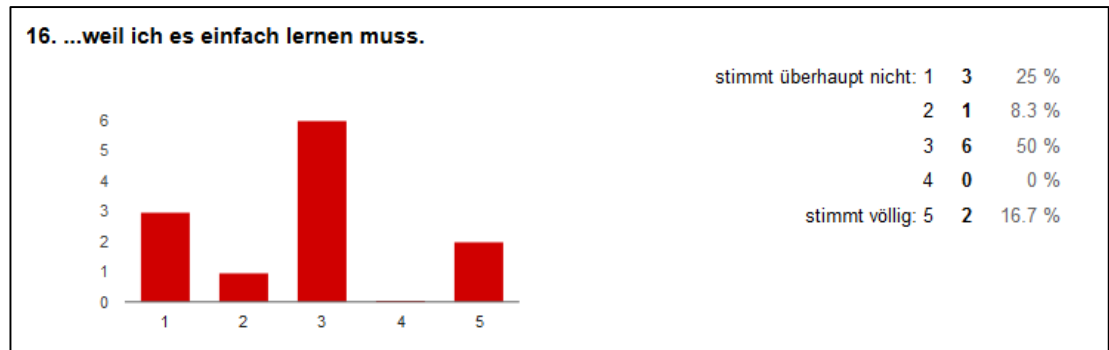
Testgruppe 1

6. ...weil ich sonst schlechte Noten bekomme.

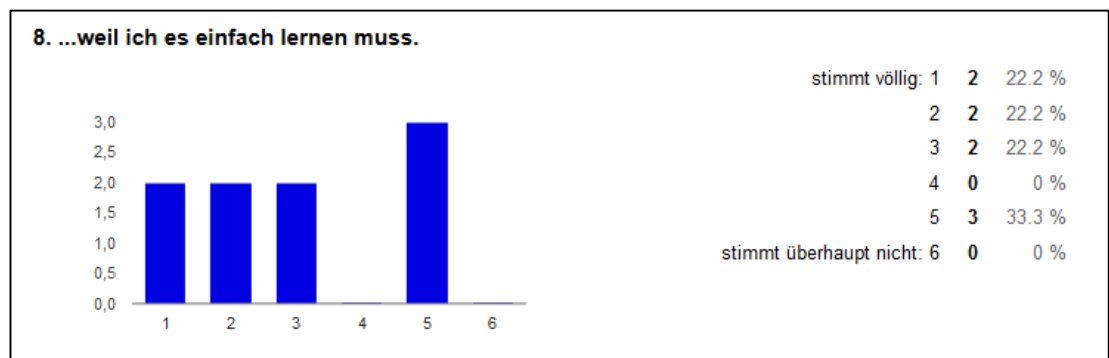


stimmt völlig:	1	2	22.2 %
	2	2	22.2 %
	3	1	11.1 %
	4	0	0 %
	5	1	11.1 %
stimmt überhaupt nicht:	6	3	33.3 %

Testgruppe 2



Testgruppe 1



Testgruppe 2

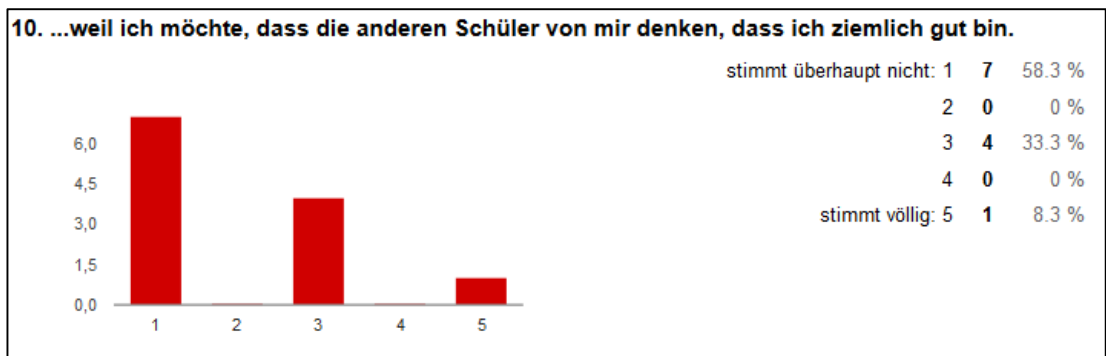
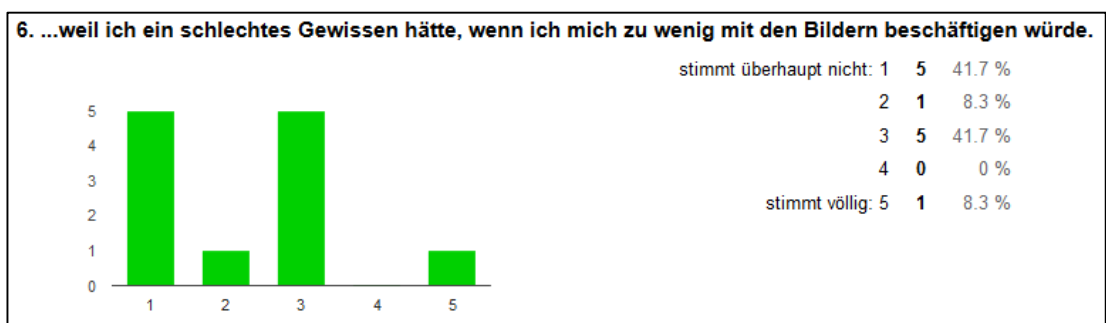
**Abbildung 71: Erfassung extrinsischer Regulation in beiden Testgruppen
(Quelle: Google Forms)**

Beide Testgruppen gaben an, dass sie keinen Druck von zu Hause bekommen. Jedoch gab in der ersten Testgruppe ein Schüler an, dass er Druck von zu Hause bekäme, in der zweiten Testgruppe waren es zwei Schüler. Teilweise bekommen die Probanden Ärger mit ihrem Lehrer, wenn sie sich nicht mit Satellitenbildern auseinandersetzen. Die erste Testgruppe erhält teilweise schlechte Noten, wenn sie nicht mit Satellitenbildern arbeitet, während die zweite Testgruppe das nur bedingt angab. Teilweise gaben die Probanden der ersten Testgruppe an, dass sie die Dinge einfach lernen müssen, während die zweite Testgruppe dieses Item überwiegend verneinte.

In der ersten Testgruppe wurden zusätzlich zur intrinsischen und extrinsischen Regulation noch weitere Regulationsstile erfasst. Dies waren im Bereich der *inrojierten Regulation* (vgl. Abb. 72) die Items:

- ...weil ich möchte, dass mein Lehrer denkt, ich bin ein guter Schüler
- ...weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich mich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würde

- ...weil ich möchte, dass die anderen Schüler von mir denken, dass ich ziemlich gut bin
- ...weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde

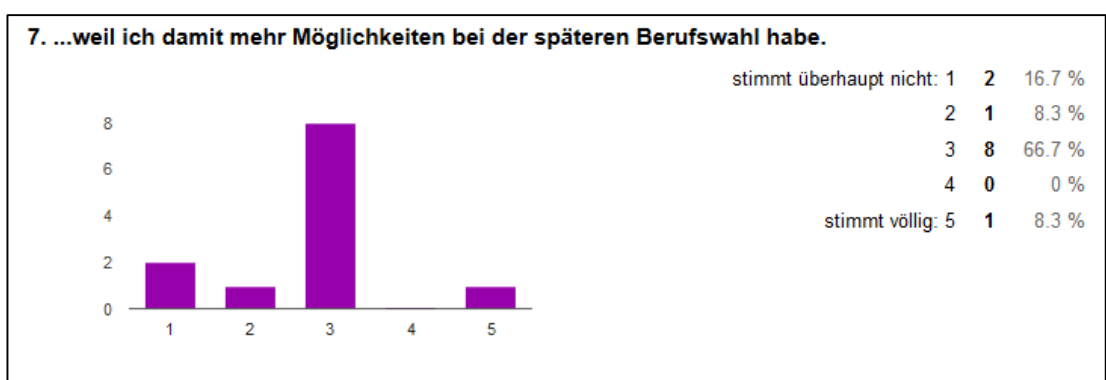


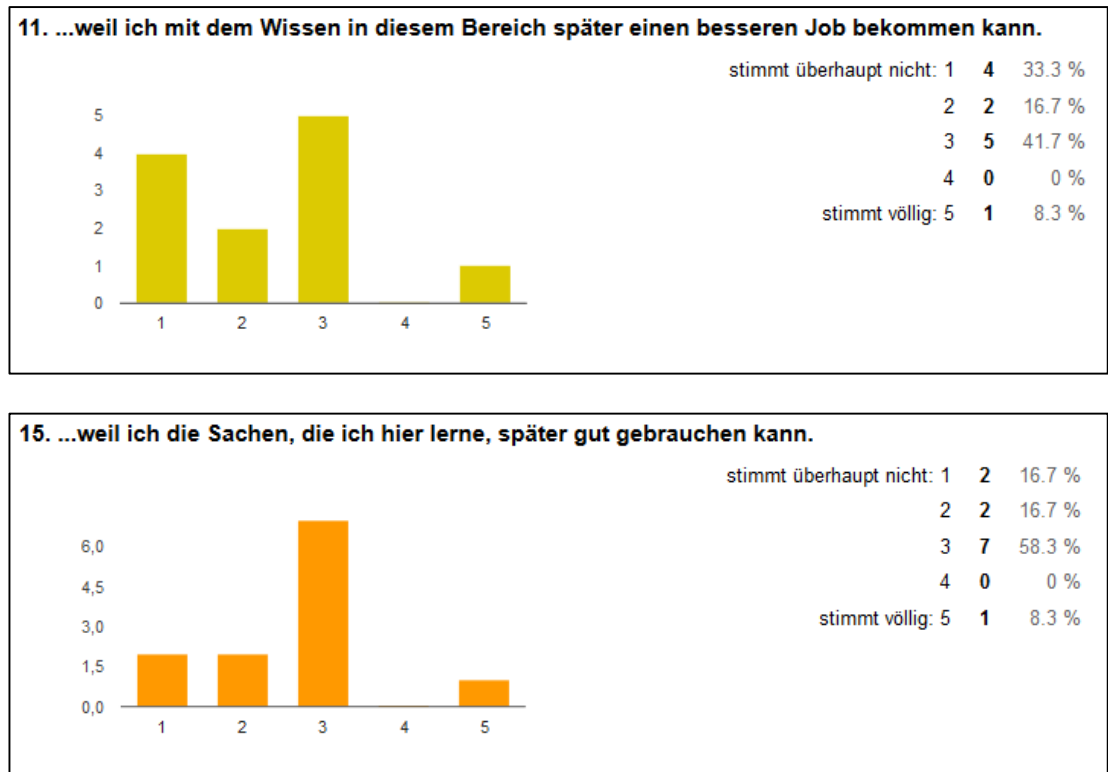
**Abbildung 72: Erfassung der introjizierten Regulation im ersten Testlauf
(Quelle: Google Forms)**

Die Testpersonen gaben in diesem Bereich an, dass sie teilweise möchten, dass ihr Lehrer denkt, sie seien ein guter Schüler. Ein Teil der Befragten habe ein schlechtes Gewissen, wenn sie sich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würden, während andere hier keine Auswahl trafen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten und lernen nicht mit Satellitenbildern, um andere Schüler davon zu überzeugen, dass sie ziemlich gut sind und sie würden sich laut den Ergebnissen auch nicht vor sich selbst schämen, wenn sie es nicht tun würden.

Im Bereich der *identifizierten Regulation* die Items:

- ...um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium)
- ...weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe
- ...weil ich mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen kann
- ...weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann





**Abbildung 73: Erfassung der identifizierten Regulation im ersten Testlauf
(Quelle: Google Forms)**

Dabei gaben die Testpersonen an, dass sie nicht mit Satellitenbildern arbeiten und lernen, um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können, jedoch teilweise, um damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl zu haben und mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen können. Ebenso gaben sie teilweise an, dass sie die Sachen, die sie hier lernen, später gut gebrauchen können.

4.3.4 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie (D)

Mit Hilfe von fünf Items wurde die Selbsteinschätzung der Teilnehmer aus beiden Testzyklen erfasst, die hier kurz dargestellt werden sollen. Beide Testgruppen schreiben sich im Fach Geographie nur teilweise eine Begabung zu, wobei die sich die erste Testgruppe hier selbst negativer einschätzt. Neues zu lernen fällt der zweiten Testgruppe etwas leichter, als der ersten. Die zweite Testgruppe schreibt sich im Fach Geographie eine höhere Intelligenz zu, als die erste. In der ersten Testgruppe gaben sieben Schüler an, dass sie sich selbst für intelligent halten, während sich vier als sehr intelligent einstufen. Im ersten Testzyklus gaben die meisten Schüler an, dass sie we-

nig können, während sich im zweiten Testzyklus die Mehrheit viel Können bzw. teilweises Können zuschreiben. In Geographie fallen der ersten Testgruppe Aufgaben in Geographie teils leicht, teils schwer, während der zweiten Testgruppe Aufgaben eher leichter fallen.

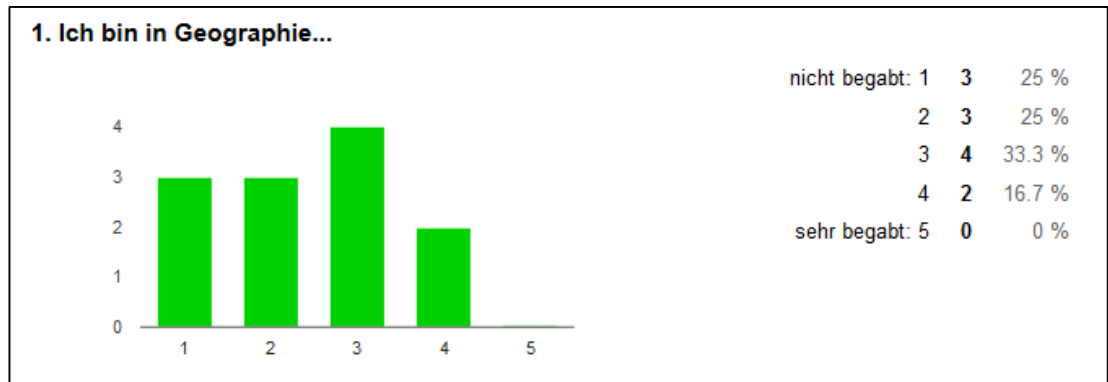


Abbildung 74: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

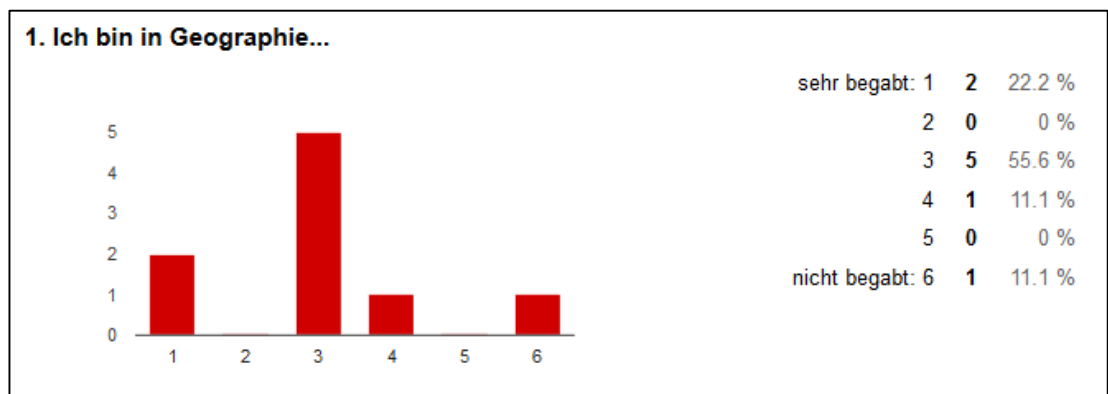


Abbildung 75: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

4.3.5 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer €

Im Umgang mit dem Computer gaben beide Testgruppen an, dass sie sich selbst als sehr begabt einschätzen. Sie können gut mit dem Computer umgehen, empfinden das Arbeiten mit dem Computer als sehr einfach und mögen es damit zu arbeiten. Sie glauben nicht, dass sie Probleme im Umgang mit dem Computer haben werden. Die zweite Gruppe interessiert sich laut den Ergebnissen mehr für die Arbeit mit dem Computer, als die erste Testgruppe. Den Umgang mit dem Computer empfindet die zweite Gruppe als komplizierter, jedoch hat sie weniger Angst, dabei Fehler zu machen.

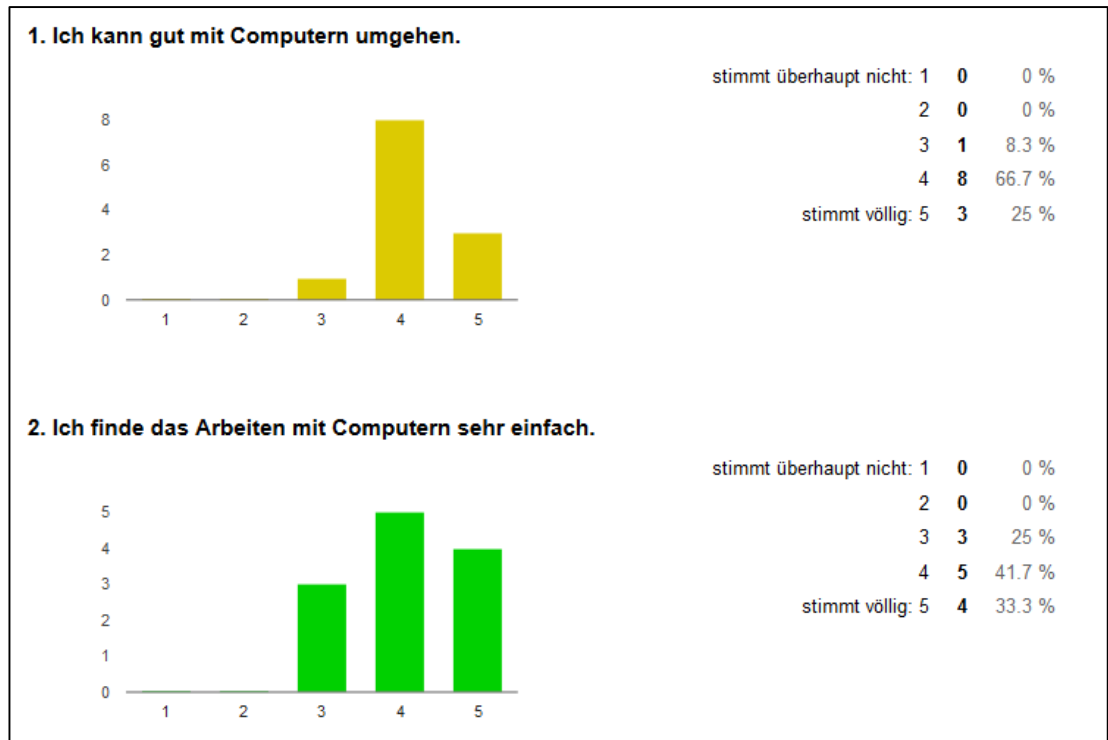


Abbildung 76: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer in Auswahl, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

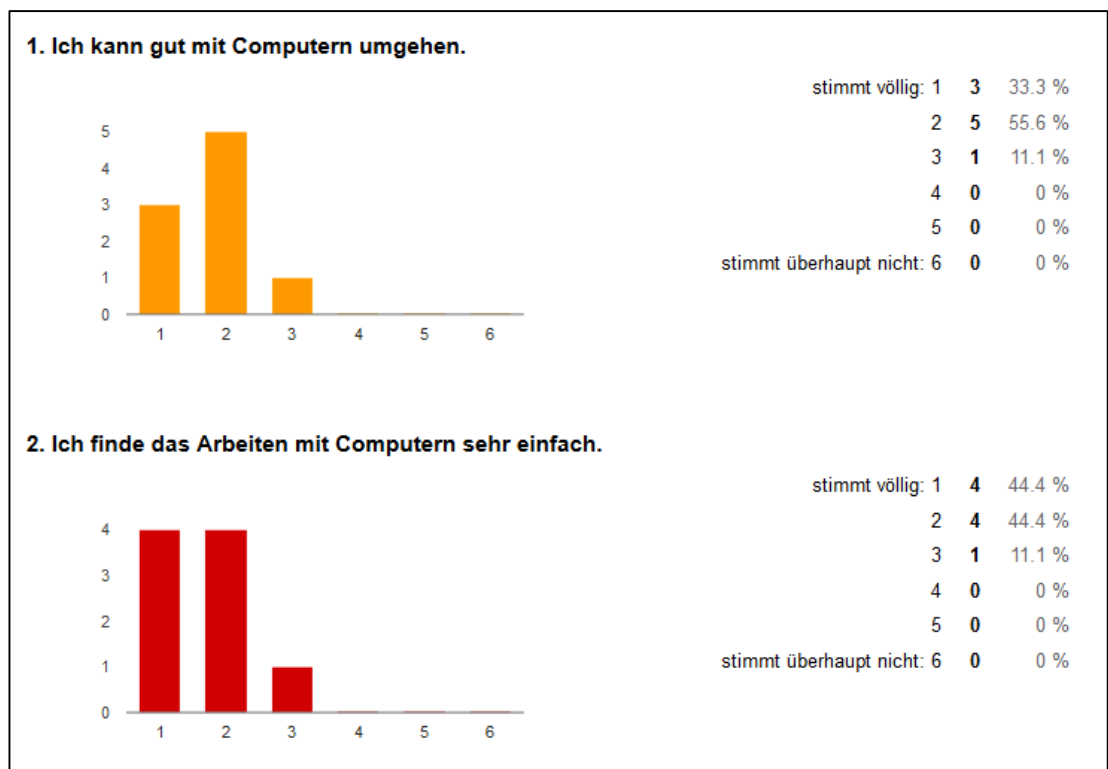


Abbildung 77: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer in Auswahl, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

4.3.6 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (F)

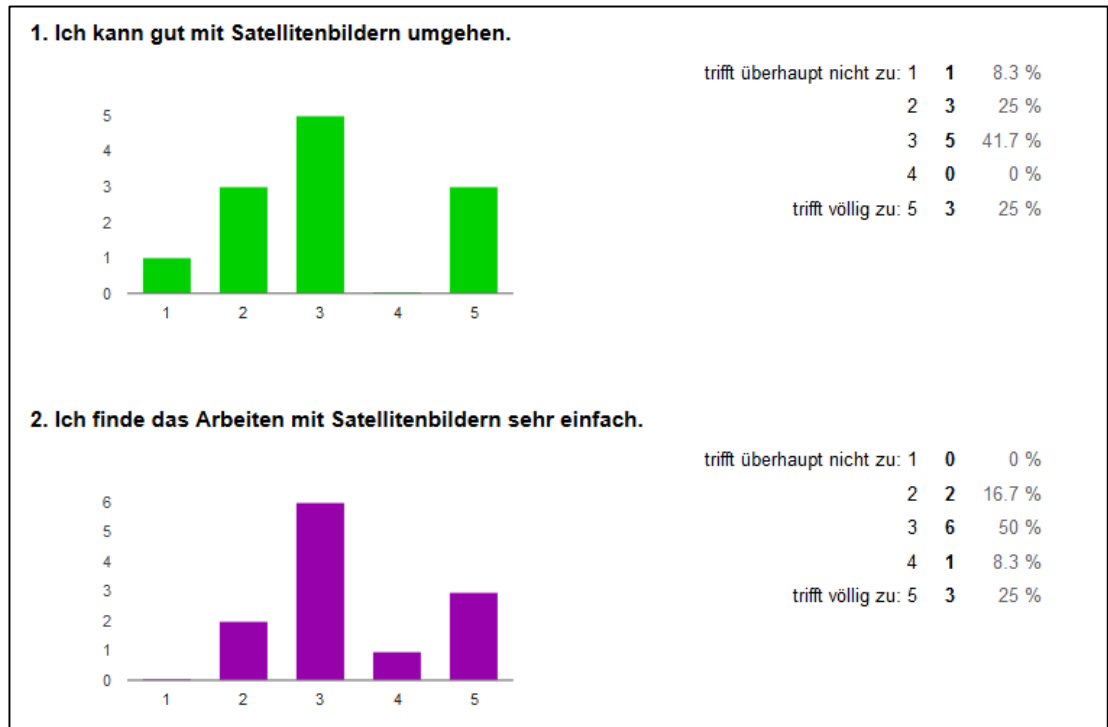


Abbildung 78: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

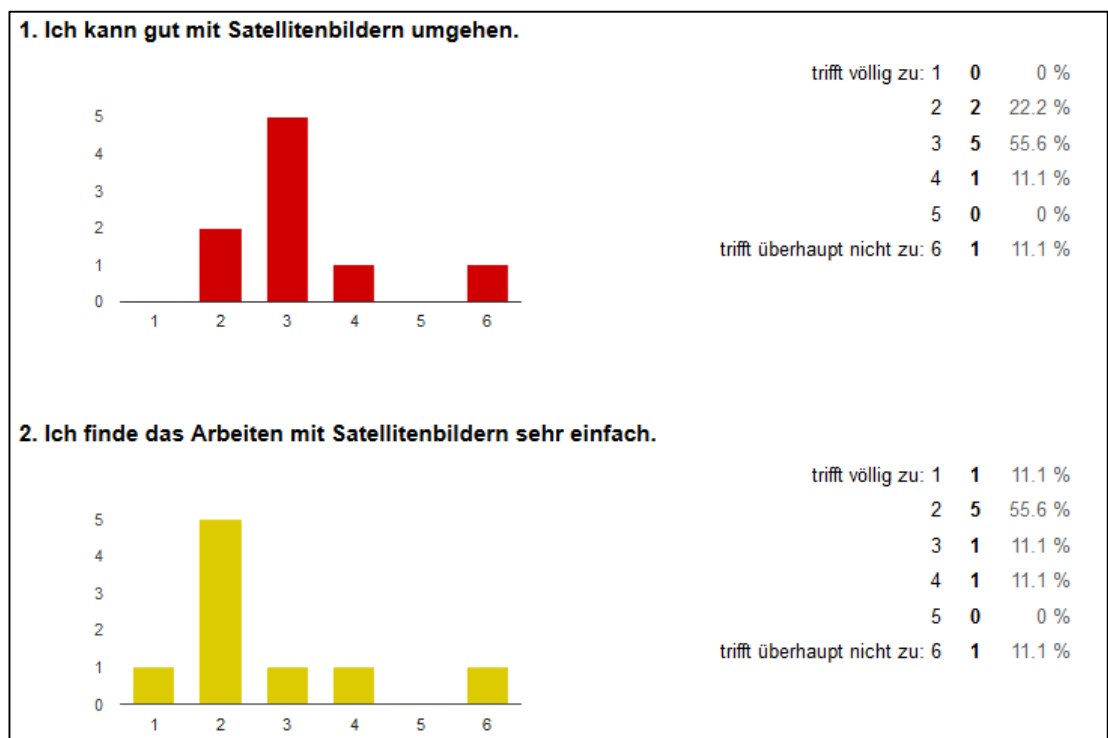


Abbildung 79: Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Mit Hilfe von sechs Items wurde die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schülern aus beiden Testgruppen im Umgang mit Satellitenbildern erfasst. Die zweite Testgruppe schreibt sich eher einen guten Umgang mit Satellitenbildern zu, während sich die erste Testgruppe nur teilweise einen guten Umgang mit Satellitenbildern bescheinigt. Die zweite Testgruppe erachtet das Arbeiten mit Satellitenbild als einfach, während die erste Testgruppe dem nur teilweise zustimmt (vgl. Abb. 78 u. 79). Die Schülerinnen und Schüler der ersten Testphase mögen die Arbeit mit Satellitenbildern eher, als diejenigen der zweiten Testphase. Die zweite Testgruppe sieht eher Probleme im Umgang mit Satellitenbildern im Gegensatz zur ersten Testgruppe. Das Interesse für die Arbeit mit Satellitenbildern scheint bei beiden Testgruppen nahezu gleich.

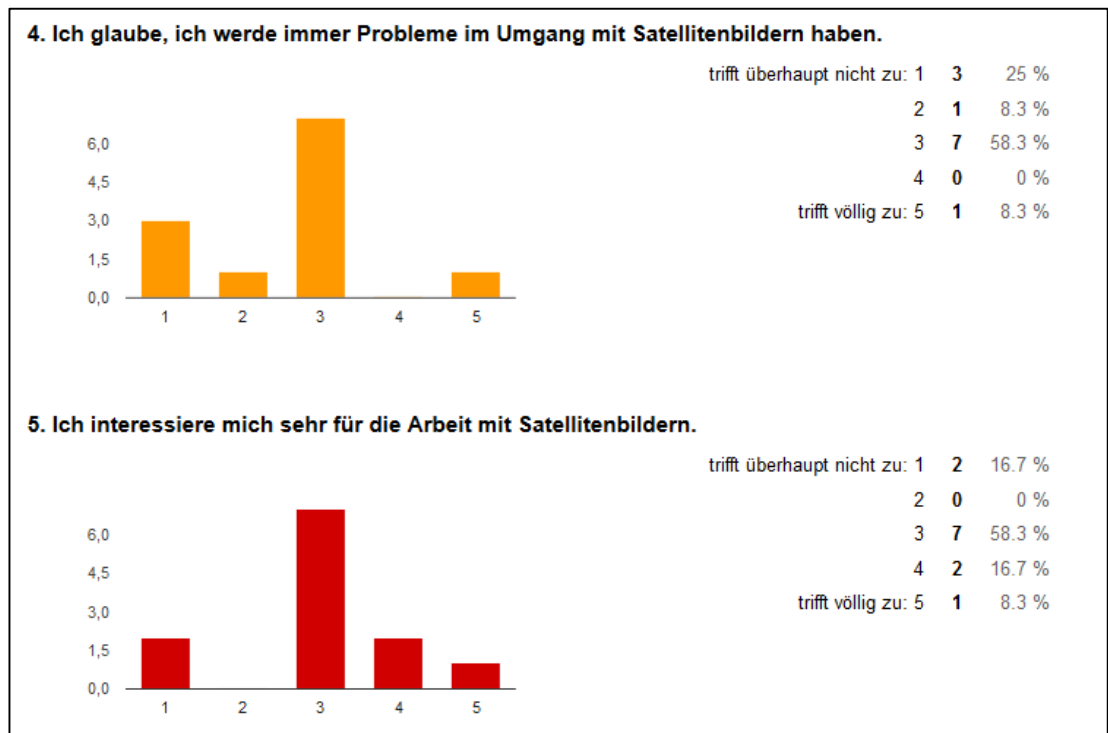


Abbildung 80: Probleme und Interesse bei der Arbeit mit Satellitenbildern, Testgruppe I (Quelle: Google Forms)

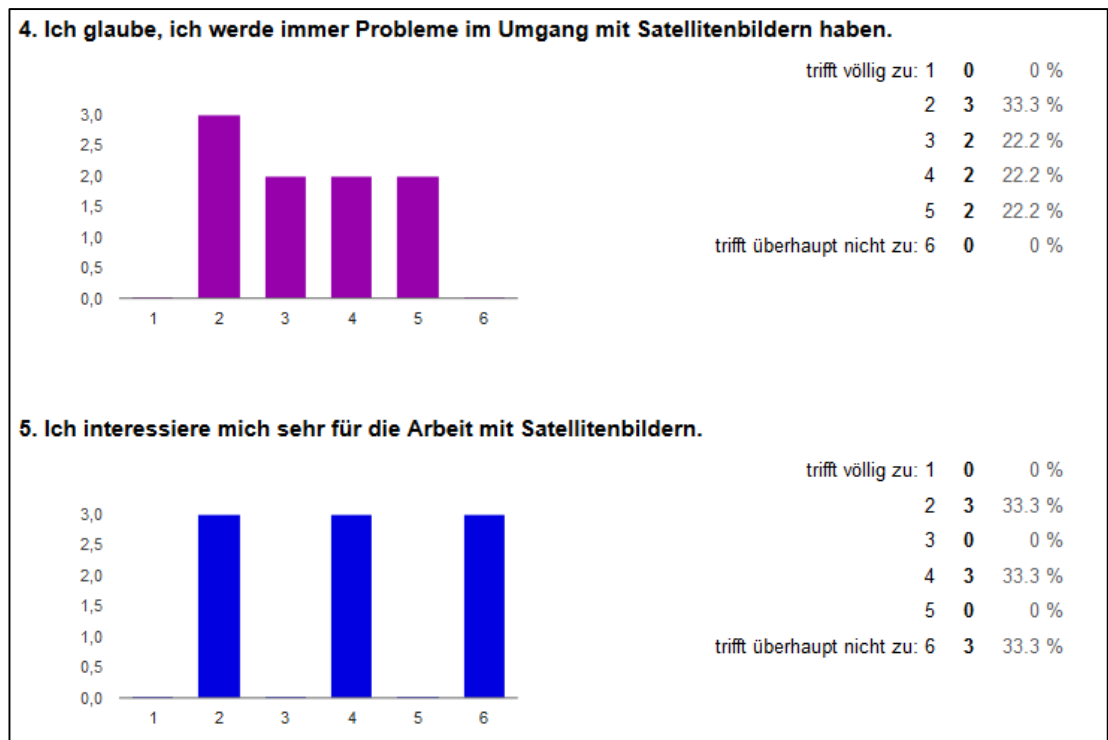


Abbildung 81: Probleme und Interesse bei der Arbeit mit Satellitenbildern, Testgruppe II (Quelle: Google Forms)

Die Ergebnisse der Online-Evaluation konnte in diesem Unterkapitel nur in Auswahl vorgestellt werden. Die Fragebögen aus beiden Testzyklen befinden sich inklusive der Ergebnisse im Anhang.

4.4 Vorstellung der Ergebnisse aus der Lehrerevaluation

In diesem Unterkapitel sollen die wichtigsten Ergebnisse aus den Lehrerevaluationen der beiden Testzyklen kurz erläutert werden.

4.4.1 Angaben zur Person (A)

In beiden Testläufen des Lernmoduls waren die gleichen Lehrkräfte anwesend, die auch bereits an den Leitfadeninterviews teilgenommen haben. Beide Lehrerinnen waren weiblich und unterrichten die Fächer Geographie, NwT⁴³, EWG, Deutsch und Englisch. Beide waren bereits in der GIS-Station zur Fortbildung bzw. zum Geocachen.

⁴³ Naturwissenschaft und Technik

4.4.2 Vorerfahrungen mit digitalen Geomedien (B)

Den beiden Lehrkräften sind alle aufgelisteten digitalen Geomedien bekannt, darunter GPS-Geräte oder GPS-Apps, Geocaching/ Geocaching-Apps, Digitale Karten oder Pläne, Satellitenbilder/ Fernerkundung, Google/Bing-Maps, Google Earth, Diercke Globus Online, Internet-GIS und GIS-Programme.

4.4.3 Bewertung der GIS-Station €

In beiden Testläufen wurden die GIS-Station von beiden Lehrkräften mit sehr gut bewertet.

4.4.4 Eindrücke (D)

Im ersten Testlauf (Prototyp A) nahmen die Lehrkräfte folgende Eindrücke mit: interessantes Lernmodul, didaktisch gut aufbereitetes und schülerorientiertes Material. Im zweiten Testlauf (Prototyp B) wurden folgende Eindrücke auf den Evaluationen vermerkt: sehr gut gestaltetes und schülerorientiertes Lernmodul und das Lernmodul spricht die Schülerinnen und Schüler an. Sie arbeiten konzentriert und motiviert.

4.4.5 Bewertung des Lernsettings €

Bezüglich des Lernsettings wurde es beide Male mit sehr gut bewertet, wobei das zweite Lernsetting mit 1+ und 1,0 bewertet wurde. Das erste Lernsetting insgesamt mit 1-, mit der Begründung, dass einige Schüler Probleme beim Einstieg und der Navigation des Programmes hatten.

4.4.6 Verbesserungsvorschläge (F)

Die Aufbereitung der Materialien und der Assistent im BLIF-Programm, sowie die Einführung in die Fernerkundung hat einer Lehrkraft in Prototyp A des Lernmoduls besonders gefallen. Die andere Lehrkraft hob den „stummen“ Impuls, die Lernfilme von GIDA, das Lernspiel zur Fernerkundung und die BLIF-Aufgaben (das Arbeitsblatt) hervor. Das Arbeitsblatt „Leben an und mit dem Vulkan“ sollte abgeändert werden, sodass der Assistent die Anweisungen gibt und welcher Schritt als nächstes zu erledigen ist. Ebenso sollte auf dem Arbeitsblatt unter Aufgabe Nr. 8 die Karte transparenter sein, damit die Nutzungen eindeutiger zugeordnet werden können. Catania sollte als bedeutender Fährhafen in den Aufgaben deutlicher repräsentiert sein und

zum Einstieg könnte mit einem Screenshot die Navigation einfacher und selbsterklärender dargestellt werden. Diese Verbesserungsvorschläge sind in die Optimierung des Lernmoduls (Prototyp B) mit eingeflossen.

Im zweiten Testlauf (Prototyp B) hat den beiden Lehrkräften die Aufbereitung des webbasierten Lernmoduls besonders gefallen, da die Schülerinnen und Schüler alleine und konzentriert gearbeitet haben. Die Schülerorientierung wurde dabei besonders gut aufgenommen. Manche Arbeitsanweisungen hätten aus Lehrersicht noch kleinschrittiger erklärt werden können. Auch die zweite Lehrkraft betonte das selbstständige Arbeiten der Schüler besonders. Die BLIF-Programmierung (BLIF-Version 1.1) sollte allerdings noch schülerorientierter sein, z.B. durch größere und buntere Start-Buttons. Ebenso hätten die Gesteine, Vulkanasche etc. trotz Schülerorientierung herumgegeben werden können. Für das Betrachten der Videos mit Ton wäre das Bereitstellen von Kopfhörern von Vorteil. Diese Verbesserungsvorschläge werden in die Optimierung des Lernmoduls (Prototyp C) und die Weiterentwicklung von BLIF (Version 2.0) mit eingebunden.

Bezüglich der weiteren Themenwünsche für den Einsatz webbasierter Lernmodule in der Fernerkundung wurden Tsunamis, Erdbeben, Landwirtschaft, Desertifikation, Stadtentwicklung und Raumanalyse in China genannt. Diese Themenwünsche werden in der GIS-Station und für das Projekt Space4Geography weiter mit eingebunden.

Die Kursevaluationen der Lehrkräfte befinden sich zur Nachlese im Anhang.

4.5 Vorstellung der Ergebnisse aus der teilnehmenden Beobachtung

Die zentralen Ergebnisse aus der teilnehmenden Beobachtung der beiden Lernsettings sollen in diesem Teilkapitel kurz dargelegt werden.

Dank der Kollegen Riembauer und Fuchsgruber⁴⁴ konnten im ersten Testzyklus folgende wichtige gemeinsame Beobachtungen der Schüler gemacht werden: Die Grundstimmung während des Testlaufs des Prototypen A war ruhig und die Schüler schienen interessiert. Es wurden viele Absprachen getroffen und die Schüler halfen sich gegenseitig. Zwischenzeitlich ärgerten

⁴⁴ Großer Dank geht hier an die Kollegen Guido Riembauer und Vera Fuchsgruber für die teilnehmende Beobachtung

sich die Teilnehmer aus Spaß, wobei die jüngeren eher etwas ruhiger waren. Beide Lehrerinnen waren stets interessiert und aktiv bei der Sache. Zwei Schülerinnen und Schüler mussten aufgrund von schwerer Sichtbarkeit vernachlässigt werden. Zentrale Beobachtungen waren, dass die Schüler keine Einleitungstexte lesen, sondern stattdessen sofort testen, ob es etwas zu Klicken gibt. Auch längere, alleinlaufende Animationen werden nicht passiv angeschaut, sondern immer nach einer Interaktionsmöglichkeit gesucht. Die Arbeit mit dem Programm BLIF führte zu unterschiedlichen Geschwindigkeiten, dennoch war sich niemand zu „cool“ für die Aufgaben. Die zeitliche Planung verlief, trotz der Verzögerung durch die fehlerhaften Logins, sehr gut. Jüngere Schüler setzten sich eher mit der Open-Street-Map auseinander, statt mit dem Satellitenbild. Die älteren Schüler haben eher die Kanalkombinationen ausprobiert, wenn auch nicht gezielt.

Zur teilnehmenden Beobachtung im zweiten Testlauf (Prototyp B) waren die Kollegen Wolf, Fuchsgruber und Ditter⁴⁵ anwesend. Wichtige gemeinsame Beobachtungen waren, dass eine ruhige Grundstimmung herrschte, was wohl teilweise an noch verschlafenen Teilnehmern lag. Generell gab es im zweiten Testlauf keine Probleme beim Login, mit wenigen Ausnahmen durch „Vertippen“ bei der Eingabe des Nutzernamens oder dem Passwort. Teilweise herrschte beim Abspielen der Videos Unruhe, was mit den fehlenden Kopfhörern zusammenhängen könnte. Eine Schülerin verlies den Seminarraum, um Kopfhörer zu holen. Die Videos wurden durchweg zu Ende geschaut, folglich schien die Länge der Videos angemessen. Viele Schülerinnen und Schüler spielten die Videos in Vollbild ab. Insbesondere bei den Quizfragen ertönten mehrfache Unmutsäußerungen bzw. der Ausdruck von Lustlosigkeit bzw. Langeweile. Hier schienen die Quizfragen zu einfach oder es fehlten Transferaufgaben, die zum Nachdenken anregten. Nach ca. zehn Minuten Bearbeitung des Lernmoduls, stiegen die meisten Schülerinnen und Schüler bereits in BLIF ein. Dies ging viel schneller als geplant, da für die thematische Einführung, wie auch in Prototyp A, ungefähr 30 Minuten veranschlagt waren. Bei der Beantwortung der Quizfragen wurde oft geraten und

⁴⁵ Großer Dank geht hier an die Kollegen Dr. Nils Wolf, Vera Fuchsgruber und Dr. Raimund Ditter für die teilnehmende Beobachtung

es herrschte, trotz selbstständiger Arbeit ein regelmäßiger Austausch der Teilnehmer, was sich teilweise durch gemeinsames Lösen der Aufgaben, Antworten vorsagen oder Unsinn treiben, äußerte. Die Lehrkräfte bearbeiteten das Lernmodul ebenfalls und wurden bei Login und Navigation im Lernmodul gelegentlich durch den Sitznachbarn unterstützt. Generell gab es auch keine Probleme beim Login in BLIF. Gelegentlich wird der „Zurück-Button“ im Browser genutzt, da versehentlich auf nächste bzw. falsche Inhalte navigiert wurde. Zwei Schülerinnen und Schüler übersprangen die BLIF-Aufgaben bewusst und gerieten ins raten bei der Bewältigung der Quizfragen. Es wurde generell eher schnell und hektisch durch das Modul geklickt. Die Texte werden überflogen und es herrschte wenig Fokus bzw. Konzentration auf die Inhalte. Mehrere Teilnehmer malten mit den BLIF-Messtools. Nach einer Pause wurde es zunächst wieder ruhiger und konzentrierter gearbeitet. Kein Schüler schien überfordert oder abgehängt und jeder konnte die Aufgabe beenden. Allgemein herrschte ein recht ähnliches Leistungsniveau bzw. eine recht ähnliche Arbeitsgeschwindigkeit. Zwei Schüler bearbeiteten trotz Anweisung im Lernmodul, die BLIF-Aufgaben im Modus „Vollständig“, statt im Modus „Fortgeschritten“. Ein Schüler verpasste mehrfach die Verlinkung zur Online-Umfrage und musste daher das Lernmodul komplett von vorne beginnen. Die Zusatzaufgabe führte teilweise zu Verwirrungen, da die Schülerinnen und Schüler nicht wussten, was zu tun ist. Einige Schüler erkundeten ziellos die OSM-Hintergrundkarte (Open Street Map).

Die Beobachtungsprotokolle inklusive der wichtigsten gemeinsamen Beobachtungen finden sich im Anhang.

4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass zur Konzeption des Lernmoduls die wichtigsten Aussagen der beiden leitfadengestützten Experteninterviews zur Kenntnis genommen wurden. Diese waren: Schülerorientierung, selbstständiges Arbeiten der Schüler, neue Methoden und das Lernmodul sollte einen Zeitraum von einer Doppelstunde mit kurzen Pausen umfassen. Die Aussagen der Lehrkräfte aufgreifend, wurde das Lernmodul in Prototyp A erstellt, bestehend aus einer 30-minütigen Präsentation mit klassischem Unterrichtseinstieg (Hörbeispiel eines Vulkanausbruchs), themati-

scher Einführung in die Fernerkundung und den Vulkanismus, sowie Praxisbeispielen und der thematischen Hinführung in BLIF und dem analogen Arbeitsblatt (dreiseitig), das durch die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF führte und Zusatzaufgaben zum Vulkanismus. Mit Hilfe der Evaluation des Lernmoduls und der teilnehmenden Beobachtungen konnten wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, um das Lernmodul zu optimieren und am Ende dieser Arbeit ein Re-Design in Prototyp B vorzustellen. Zum Test des Lernmoduls (Prototyp A) kamen insgesamt zwölf Schülerinnen und Schüler mit zwei Lehrerinnen. Dabei handelte es sich um drei Mädchen und neun Jungen, wovon vier die Realschule und acht das Gymnasium besuchten. Die Online-Evaluation der Schülerinnen und Schüler führte in Prototyp A zu folgenden Ergebnissen: Es wurde mehr Zusammenarbeit gefordert und die Computer sollten, aufgrund der nicht funktionierenden BLIF-Logins, vorher überprüft werden. Die Schülerinnen und Schüler wünschten sich insgesamt mehr Filme und mehr Pausen. Sie gaben an, dass sie die Filme sehr mochten und die Arbeit am Computer als sehr gut empfanden. Es hat ihnen Spaß gemacht, mit dem Lernmodul zu arbeiten und ihnen hat gefallen, dass ihnen viele Informationen in kurzer Zeit beigebracht worden sind. Die Arbeitsblätter empfanden die Schülerinnen und Schüler als weniger gut. Ebenso empfanden sie die Arbeitsphasen als zu lang. Die zu kurzen Pausen und die Fehler an manchen Computern erachteten die Teilnehmer als eher negativ. Auffällig war hier die Skalenveränderung innerhalb der Online-Evaluation, was teilweise zu widersprüchlichen Aussagen in der Ergebnisdarstellung führte. Deshalb wurde die Online-Evaluation auf ein einheitliches Skalenniveau von 1 bis 6 für einen weiteren Testlauf adaptiert. Die Lehrerevaluation ergab, dass die Lehrkräfte den stummen Impuls und die Lernfilme gut fanden. Das Lernspiel, die BLIF-Aufgaben wurden für ebenso gut empfunden. Einige Schülerinnen und Schüler hatten jedoch Probleme beim Einstieg und der Navigation. Hier wurde der Vorschlag unterbreitet, dass man zum Einstieg einen Screenshot machen könnte, der die Navigation einfacher und selbsterklärender gestaltet. Die wichtigsten Erkenntnisse der teilnehmenden Beobachtung im ersten Testzyklus waren, dass die Schülerinnen und Schüler überwiegend ruhig und interessiert waren, viele Absprachen und gegenseitiges Helfen vorhanden war und die Lehrkräfte interessiert und aktiv waren.

Wichtig erschien vor allem, dass die Schülerinnen und Schüler keine Einleitungstexte lesen, sondern sofort testeten, ob es etwas zu klicken gab. Auch längere, allein laufende Animationen wurden nicht passiv angeschaut, sondern immer die Möglichkeit nach Interaktion gesucht. Unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Arbeit mit BLIF waren zu verzeichnen. Die zeitliche Planung war insgesamt sehr gut, trotz 15-minütiger Verzögerung durch die fehlerhaften BLIF-Logins, die automatisch generiert wurden. Die OSM (Open Street Map) wurde zum Teil intensiver untersucht als das Satellitenbild und ältere Schüler probierten die Kanalkombinationen aus, allerdings mit keinem großen Ziel.

In einem zweiten Testzyklus wurde aufgrund der Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem ersten Testzyklus ein weiterer Prototyp des Lernmoduls erstellt, sodass zum zweiten Testlauf in Prototyp B ein webbasiertes Lernmodul getestet werden konnte, dass vollständig auf der Lernplattform Space4Geography eingebunden war. Die Einführung in geographische Inhalte zum Vulkanismus und zur Fernerkundung wurden dabei vollständig in das Lernmodul integriert, sodass die Schüler selbstständig daran arbeiten konnte und die Lehrkraft als Lernbegleiter und Lernberater tätig wurde. Das Lernmodul war inklusive Evaluation auf 90 Minuten Bearbeitungszeit konzipiert. Auch die Online-Evaluation der Schüler wurde optimiert und gekürzt. Das Skalenniveau wurde einheitlich von 1-6 gestaltet, wobei 1 positiven und 6 negativen Eigenschaften zugeordnet wurden. Zum zweiten Testzyklus erschienen insgesamt neun Schülerinnen und Schüler, wovon eines ein Mädchen war und acht Jungen. Alle Teilnehmer besuchten das Gymnasium. Die zwei Lehrkräfte aus den Interviews und dem letzten Testzyklus waren wieder anwesend. Nach dem Test des Prototypen B wurde das Lernmodul ein weiteres Mal evaluiert. Dafür nahmen die Schülerinnen und Schüler wieder an einer Online-Evaluation teil. Die zentralen Ergebnisse dabei waren, dass den Teilnehmern die Gestaltung des Lernprogramms besonders gut gefallen hat. Auch das Programm BLIF und das selbstständige Arbeiten gefiel den Schülern besonders. Teilweise haben den Schülerinnen und Schülern die Aufgaben nicht gefallen und die fehlerhafte Software, was mit dem Beta-Status der Lernplattform zusammenhängt. Man sollte den Schülern mehr helfen und die Software überarbeiten. Die Aufgaben sollten dabei schwerer oder leichter

sein. Die Lehrerevaluation betonte das schülerorientierte Arbeiten und die Aufbereitung des Lernmoduls. Manche Arbeitsanweisungen hätten kleinschrittiger erklärt werden können und die BLIF-Software sollte noch schülerbezogener sein. Die teilnehmende Beobachtung führte zu weiteren Erkenntnissen in Bezug auf das Lernmodul, nämlich, dass das Lernmodul eher durchgeklickt, statt bearbeitet wurde und die Quizfragen nur teilweise richtig beantwortet wurden. Hier wurde eher geraten, als nachgedacht. Die selbstständige Auseinandersetzung mit Vulkanismus und Fernerkundung verlief schneller als geplant. Teilweise gab es Probleme bei der Navigation der BLIF-Software und dem Lernmodul und für das Betrachten der Videos wären Kopfhörer von Vorteil gewesen. Das Leistungsniveau und die Arbeitsgeschwindigkeit waren bei den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern eher konstant.

5. Diskussion der Ergebnisse und Methoden aus zwei Testzyklen

Nachdem die Ergebnisse und Methoden in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich vorgestellt wurden, sollen diese in diesem Kapitel kurz diskutiert und reflektiert werden. Am Ende des Kapitels wird zu der Frage kritisch Stellung genommen, ob Design Based Research als ein sinnvoller Forschungsansatz erachtet werden kann.

5.1 Diskussion der leitfadengestützten Experteninterviews

Bezüglich der nur zwei durchgeführten Experteninterviews ist fraglich, inwiefern die gemachten Aussagen und gewonnen Erkenntnisse, im Hinblick auf die Konzeption eines Lernmoduls, repräsentativ sind. Da eine qualitative Inhaltsanalyse bei nur zwei durchgeführten Interviews nicht sinnvoll erschien, da kaum Daten miteinander verglichen werden konnten, wurden die Interviews lediglich in einem Basistranskript dargestellt und anschließend mit der Software *f4analyse* thematisch codiert. Die thematische Codierung erschien hier sinnvoll, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede der gemachten Aussagen der beiden Lehrkräfte herauszufiltern. Für das weitere Vorgehen in diesem Forschungsfeld könnte überlegt werden, ob es sinnvoll wäre, mehrere Experten zu befragen, darunter auch Hochschulangehörige und vor allem die Zielgruppe Schule inklusive Schüler, Schulleiter und Lehrer. Dies könnte auch in Form von Fragebögen in quantitativer Forschungsweise erhoben werden.

5.2 Diskussion des Lernmoduls und des Lernsettings

Neben wissenschaftlichen Methoden konnte dank des Forschungsansatzes Design Based Research auch ein Produkt für die Praxis erstellt werden: Das Lernmodul als Prototyp A und Prototyp B. Mit Hilfe weiterer wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den Schüler- und Lehrerevaluationen sowie der teilnehmenden Beobachtung konnten weitere Entwicklungs- und Optimierungsschritte eingeleitet werden. Die adaptiven Lernpfade konnten hierbei noch nicht berücksichtigt werden, da diese Möglichkeit zur Fertigstellung des Prototypen B noch nicht auf der Lernplattform implementiert war. Die Wahl des Lernsettings in der GIS-Station, dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum

für digitale Geomedien lag durch die technische Besonderheit zwar nahe, kann aber als fraglich eingestuft werden, wenn es um die „Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schule“ geht. Da beide Prototypen des Lernmoduls in der GIS-Station getestet und evaluiert wurden, kann hier von einer Laborsituation mit Idealbedingungen (und dennoch technischen Defiziten) ausgegangen werden. Dies erschien, aufgrund der technischen Defizite in der Schule, sehr sinnvoll, jedoch sind für den repräsentativen Einsatz eines Lernmoduls in der Schule auch Tests und Daten in der Schule erforderlich, um das Lernmodul tatsächlich einsatztauglich und damit schultauglich zu machen. Hier wäre die Überlegung, das Lernmodul für Tablets zu optimieren, um dem oft mangelndem Hardwareproblem in den Schulen entgegenzuwirken. Hierfür wäre die Anschaffung von Tablets erforderlich, die allerdings auch kostenfrei durch die GIS-Station zur Verfügung gestellt werden können. Eventuell könnten auch mehrere Lernmodule entweder durch die gleichen Schüler oder mit verschiedenen Schulklassen in vielfacher Anzahl getestet werden, um so repräsentative Daten bezüglich des Einsatzes und der Wirkung von Lernmodulen innerhalb der Fernerkundungsdidaktik eruieren zu können. Aufgrund der begrenzten Zeit eines Masterstudiengangs war es lediglich möglich, zwei vollständige Testzyklen im Sinne des DBR-Ansatzes durchzuführen. Die vorliegenden Daten haben ergeben, dass zwei Testzyklen zur Konzeption eines einsatzbereiten Lernmoduls bei weitem nicht ausreichen. Hier wären weitere Testzyklen denkbar und sinnvoll, die im Rahmen weiterer Forschungs- und Projektarbeiten umzusetzen sind.

5.3 Diskussion der Evaluation

Die Evaluationen der beiden Lernmodule haben gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler die vielen Filme mochten und die Arbeit mit dem Computer als sehr gut einstufen. Ebenso hatten die Teilnehmer Freude an dem Lernmodul und es konnten ihnen sehr viele Informationen in einer kurzen Zeitspanne beigebracht werden. Als weniger gut empfanden sie, dass sie im ersten Testzyklus Arbeitsblätter bearbeiten mussten und zu lange Arbeitsphasen gab. Die Pausen waren, laut Aussagen der Schülerinnen und Schüler, in beiden Testzyklen zu kurz und die Fehler an einigen Computern wurden als störend empfunden. Sie wünschten sich im ersten Lernmodul mehr Zusam-

menarbeit, mehr Filme und mehr Pausen. Ebenso sollten die Computer vor dem Lernsetting überprüft werden. Betrachtet man die Online-Evaluationen der beiden Testzyklen genauer, ist festzustellen, dass sich ein Widerspruch in den Aussagen der Schülerinnen und Schüler in den gemachten Angaben zum ersten Lernmodul ergibt. Diese werden im Teil C der Online-Evaluation ersichtlich (vgl. Anhang). Beim Lernen mit Satellitenbildern haben vier Teilnehmer des ersten Testzyklus angegeben, dass ihnen das Lernmodul keinen Spaß bereitet hätte. Jedoch treffen sie weiter unten in der Online-Evaluation unter Punkt 6: „Was können wir verbessern?“ die Aussage, dass es sehr viel Spaß gemacht hat. Natürlich können diese Aussagen nicht als repräsentativ eingestuft werden, da im ersten Testzyklus lediglich zwölf Schülerinnen und Schüler das Lernmodul testeten und evaluierten. Da es sich aber um eine qualitative Untersuchung handelte und den qualitativen Aussagen ein hoher Stellenwert beigemessen wird, kann darauf geschlossen werden, dass die widersprüchlichen Aussagen im Teil B (Fragen zum Lernmodul) der Online-Evaluation damit zusammenhängen, dass es innerhalb der ersten Online-Evaluation zu einer Skalenveränderung kam. In Teil A (Angaben zur Person) und im ersten Teil B (Fragen zum Lernmodul) war die Bewertung an das Schulnotensystem (Noten 1-6) angepasst. Die Note 1 entsprach dabei sehr gut, die Note 6 ungenügend. Ab der 5. Frage (Wie hat Dir das Lernmodul gefallen?) fand eine Skalenveränderung mitten in der Evaluation statt. Hier wurde plötzlich eine ungerade Likert-Skala von 1-5 eingeführt, wobei 1 stimmt überhaupt nicht bedeutet und 5 stimmt völlig. Die Wertung hat sich folglich in Mitten des Fragebogens umgekehrt. So kann die Aussage erklärt werden, warum den Schülerinnen und Schülern das Lernmodul plötzlich keinen Spaß mehr gemacht hat, da Teil 5 und Teil 6 des Frageteils B (Fragen zum Lernmodul) hier im inhaltlichen Widerspruch stehen. Anscheinend haben die Schülerinnen und Schüler die Umskalierung in der Evaluation nicht bemerkt. Ab dem Frageteil C (Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern) wurden validierte Fragebögen von DITTER (2013) adaptiert, die nicht mehr an das Schulnotensystem angepasst wurden, sondern exakt so übernommen wurden (1 = stimmt überhaupt nicht bis 5 = stimmt völlig). Aus der teilnehmenden Beobachtung konnte man erschließen, dass die Schülerinnen und Schüler keine Einleitungstexte lesen. Es kann deshalb davon ausgegangen

werden, dass sie die veränderten Skalenniveaus innerhalb der Evaluation nicht bemerkten und daher nach dem gewohnten Schulnotensystem (1 = sehr gut bis 6 = ungenügend) bewerteten. Dies führte schlichtweg zu unbrauchbaren Ergebnissen ab dem zweiten Teil B. Die Selbstmotivation und Selbsteinschätzung konnten somit kaum für die Schlussfolgerungen aus dem ersten Testzyklus verwendet werden. Um so etwas in Zukunft zu vermeiden, wäre neben einem Expertenrating sicher ein Pretest vorab sinnvoll.

Die Online-Evaluation wurde für den zweiten Testzyklus optimiert und verkürzt. So wurden im Teil C (Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern) lediglich die intrinsische und extrinsische Regulation erfasst. Aufgrund der nur geringen Teilnehmerzahl ($n=9$) können an dieser Stelle keine repräsentativen Daten gewonnen werden. Eigentlich ist beim zweiten Testlauf davon ausgegangen worden, dass die gleichen Schüler aus Testzyklus A das Lernmodul in seiner Weiterentwicklung testen und evaluieren. Da sich allerdings diese Schüler für den Testtag nicht freistellen lassen konnten, wurde mit Schülerinnen und Schülern getestet, die das Lernmodul noch nicht kannten, was aber im Hinblick auf die Entwicklung des Lernmoduls keinen negativen Aspekt mit sich brachte. Wie in den Ergebnissen (vgl. Kap. 4.3.3) ersichtlich, sind aufgrund der Skalenveränderungen im ersten Testzyklus, kaum Vergleiche mit der ersten Testgruppe ($n=12$) möglich. Fasst man allerdings die qualitativen Aussagen aus allen Teilen zusammen, können Schlüsse gezogen werden, die Aufschluss über intrinsische und extrinsische Motivationsprozesse durch den Einsatz eines webbasierten Lernmoduls geben. Für repräsentative Aussagen wäre hier aber eine Testgruppe ($n>100$) nötig, die aufgrund der Schwerpunktsetzung auf das Design eines Lernmoduls nicht gewonnen werden konnte. Für weitere Forschungsarbeiten wäre dies ein interessanter Faktor.

Der Einsatz der Kursevaluation zeigte qualitativ hochwertige Daten, die im Hinblick auf Konzeption und Optimierung des Lernmoduls eingebettet werden konnten. Hier bleibt zu beachten, ob die Evaluation nicht hätte auch online durchgeführt werden können, was aber bei nur zwei befragten Lehrkräften ($n=2$) wenig Sinn ergibt, da die Kosten-Nutzen-Rechnung eher negativ ausfallen würde. Des Weiteren bleibt offen, ob die klassische Kursevaluation der

GIS-Station hier notwendig oder sinnvoll war oder ob ein mündliches Feedback mit Ergebnisprotokoll ausreichend gewesen wäre. Im Zusammenhang mit den qualitativen Daten ergab die Kursevaluation zumindest keinen Nachteil. Leider konnten aufgrund der fehlerhaften Logins im ersten Testzyklus keine Nutzungsstatistiken gewonnen werden, was die Bearbeitungszeit in BLIF angeht. Hierfür diene allerdings die zusätzliche teilnehmende Beobachtung als sinnvoller Ersatz.

5.4 Diskussion der teilnehmenden Beobachtung

Die zusätzliche qualitative Datengewinnung durch die teilnehmende Beobachtung erwies sich als sehr ertragreich, da so Aspekte gewonnen wurden, die nur schwer durch eine Evaluation gewonnen werden könnten. So konnten Interesse, eine ruhige Arbeitsatmosphäre, die unterschiedliche Bearbeitungszeit der Schülerinnen und Schülern bei verschiedenen Aufgaben, das Ausprobieren der Kanalkombinationen und das sofortige Testen der Schüler ausgemacht werden. Die unterschiedlichen Bearbeitungszeiten decken sich mit den Nutzungsstatistiken aus Space4Geography, die zeitgleich im zweiten Testzyklus durch die Lernplattform erhoben wurden. Durch die teilnehmende Beobachtung konnten weitere Optimierungsschritte im Hinblick auf das Lernmodul direkt während des Tests ausgemacht werden, die ansonsten nur sehr schwer hätten eruiert werden können. Folglich wüsste man wohl nicht, dass die meisten Schülerinnen und Schüler eher hektisch durch das Programm klicken, da man als allein anwesende Person wohl kaum alle Teilnehmer zeitgleich beobachten kann. Hier könnte als Alternative überlegt werden, ob die Videographie auch eine geeignete Methode zur Erfassung des Lernsettings gewesen wäre. Allerdings wäre hierfür ein enorm hoher technischer und datenschutzrechtlicher Aufwand erforderlich, der das Lernsetting noch mehr verfälschte, als die teilnehmende Beobachtung.

5.5 DBR – ein sinnvoller Ansatz?

Design Based Research hat fachdidaktische Theorie der Fernerkundung, empirische Forschung aus den Bildungswissenschaften mit den hier aufgeführten Methoden und die schulische Praxis in Form von zwei Schulklassen verbunden. In insgesamt zwei Testzyklen konnte ein Lernmodul, das streng theoriegeleitet und auf der Basis bisheriger empirischer Forschungserkennt-

nisse gestaltet werden, in der Praxis erprobt (erster Testzyklus), auf Grundlage einer qualitativ ausgerichteten Begleitforschung optimiert und erneut im praktischen Einsatz getestet werden (zweiter Testzyklus). Die Forschungsarbeit zielte auf ein praxistaugliches Problem ab, die in der schulischen Praxis identifiziert wurden, nämlich dem mangelnden Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht. Ebenso wurde ein Beitrag zur fachdidaktischen Theoriebildung generiert und der Transfer von Forschungsergebnissen in den Unterricht gestärkt und so das Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis befördert, indem Wissenschaftler (wissenschaftliche Mitarbeiter, Master-Studenten) und Praktiker (Lehrkräfte) eng zusammenarbeiten. In der geographiedidaktischen Forschung fand der DBR-Ansatz bisher kaum Anwendung, daher stellt diese Masterarbeit das Potenzial für die Fernerkundungsdidaktik dar. (FEULNER, OHL, & HÖRMANN, 2015, S. 1).

Der obenstehende Absatz zeigt deutlich alle die Aspekte, die der Forschungsansatz DBR ermöglicht und die ausschließlich über Design Based Research ermöglicht wurden. Zwar erscheint der DBR-Ansatz als enorm umfangreich, wenn man sich den Umfang dieser Masterarbeit und die vielfältigen Methoden mit mehreren Testzyklen betrachtet, jedoch wäre ein Verbund aus Empirie und Praxis in keinem anderen Forschungsansatz denkbar. DBR ermöglicht die Entwicklung eines Produkts, das zur Lösung eines Problems in der Praxis beiträgt und das wurde in dieser Masterarbeit mit Hilfe dieses Forschungsansatzes möglich. Durch fachdidaktische Theorien aus der Fernerkundung konnte mit Hilfe von schulischen Experten ein Lernmodul in zwei Testzyklen konzipiert, erprobt, optimiert, getestet und evaluiert werden. Mit anderen Forschungsansätzen hätte diese Arbeit höchstwahrscheinlich nach der Konzeption des Lernmoduls geendet. Dank DBR waren immerhin zwei Testzyklen innerhalb der Masterarbeit möglich. Um weitere, nötige Testzyklen auszuführen, ist der Zeitraum innerhalb eines Masterstudiengangs allerdings zu kurz und muss auf Promotionen oder Projekte ausgelagert werden, wie es auch in diesem Fall war. Diese Masterarbeit war in das Projekt „Die Erde verstehen lernen – Einsatz moderner Satellitenbildtechnologie zur Erdbeobachtung für Jugendliche (Space4Geography)“ eingebunden. Ebenso ist eine Dissertation mit dem Thema „Adaptive, webbasierte Lernumgebungen im Geographieunterricht – Eine Studie zur Ableitung methodisch-didaktischer

Design-Prinzipien im Kontext der Fernerkundungsdidaktik“ (FUCHSGRUBER, 2014) eingebunden. Diese Vielfalt an Projektbeteiligten spiegelt voll und ganz den Sinn des DBR-Ansatzes wieder.

5.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die Ergebnisse und Methoden aus insgesamt zwei Testzyklen diskutiert und reflektiert, sowie Empfehlungen zu Handlungsalternativen gegeben. Die leitfadengestützten Experteninterviews erwiesen sich als brauchbares Erhebungsinstrument, um vorab Aussagen und Anregungen zur Konzeption des Lernmoduls zu erhalten. Diese konnten mit Hilfe fernerkundungsdidaktischer Grundsätze in das Lernmodul eingebettet werden. Der Prototyp B verlangt eine weitere Optimierung, um für den schulischen Einsatz praxistauglich zu werden. Die Evaluation erwies sich aufgrund der Länge von ca. 30 Minuten als grenzwertig und die gewonnenen, statistischen Daten geben zwar viel Auskunft über den Test des Lernmoduls, können aber zumindest durch die Skalenveränderung im ersten Testlauf nicht aussagekräftig unterstützt werden. Die Lehrerevaluation führte zu qualitativen hochwertigen Daten, welche sinnvoll in die Weiterentwicklung des Lernmoduls eingebunden werden können. Die teilnehmende Beobachtung war ein sehr gutes zusätzliches Erhebungsinstrument, um weitere qualitative Aussagen im Zusammenhang des Schülerverhaltens und der eingesetzten Medien mit dem Lernmodul treffen zu können. Zum Abschluss dieses Kapitels wurde der Forschungsansatz Design Based Research als ein sinnvoller Ansatz für diese und weitere Forschungsarbeiten bestätigt, wenn es darum geht, wissenschaftliche Theorie mit schulischer Praxis zu vereinen und zu verbinden. Daher geht die vorliegende Masterarbeit an dieser Stelle über bisher vorhandene Forschungsarbeiten hinaus.

6. Fazit und Ausblick

Der Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik führte durch die wissenschaftlich fundierte Entwicklung eines webbasierten Lernmoduls zur Förderung des Satellitenbildeinsatzes in der Schule. Das Lernmodul „Leben am Vulkan“ konnte in insgesamt zwei Testzyklen konzipiert, erprobt, optimiert, getestet und evaluiert werden.

In diesem letzten Kapitel sollen die eingangs gestellten Forschungsfragen zunächst beantwortet werden.

Forschungsfrage 1:

Inwiefern können Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I durch den Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik optimiert werden?

Die Aussagen der Evaluation und der teilnehmenden Beobachtung lassen darauf schließen, dass durch den Einsatz eines webbasierten Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik die Motivation von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I gesteigert werden kann und dadurch Lernprozesse optimiert werden können, was auch die „Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung“ mit Hilfe einer empirischen Untersuchung zeigen konnte (DITTER, 2013). Der Selbstbestimmungsindex lässt sich aufgrund der geringen Teilnehmerzahl (n=21) nicht bestimmen (MÜLLER, HANFSTINGL, & ANDREITZ, 2007, S. 7). Da der Wert in dieser Forschungsarbeit auf die qualitativen Aussagen der Schüler und Lehrkräfte gelegt wurde, können hier eine teilweise intrinsische Regulation bescheinigt werden. Aus extrinsischer Motivation lernen die Schülerinnen und Schüler laut dieser Evaluation nur bedingt. Zusammenfassend kann eher von einer intrinsischen, als einer extrinsischen Motivation beim Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik ausgegangen werden. Um repräsentative Aussagen treffen zu können, wäre hier eine größere Teilnehmerzahl nötig, um bspw. den Selbstbestimmungsindex berechnen zu können. Weiterhin haben die qualitativen Aussagen der Evaluationen und teilnehmenden Beobachtung gezeigt, dass der Einsatz digitaler Lernmodule eine höhere Motivation bei Schülerinnen und Schülern hervorruft, als die analoge Variante. Hier konnte der erste Testzyk-

lus mit Prototyp A mit einem zweiten Testzyklus mit Prototyp B verglich werden. Nach dem Einsatz eines teilweise noch analogen Lernmoduls im ersten Testzyklus wurde der Einsatz einer webbasierten Lernumgebung gefordert, was mit Hilfe von Design Based Research umgesetzt wurde. Der zweite Testzyklus zeigte, dass das webbasierte Lernmodul aus Schüler- und Lehrersicht auf hohes Interesse stößt, jedoch aufgrund der geringen Teilnehmerzahl ($n=9$) keine repräsentativen Aussagen zulässt. Beiträge zum Usability Day XIII (JOST & KÜNZ, 2015) zeigen die aktuelle Präsenz der digitalen Medien in Arbeits- und Lernumgebungen auf. Um die Aussagen der Lehrkräfte noch einmal aufzugreifen: „Das ist die Welt der Schuler“ und „das ist die Welt, in der wir leben“. Genau deshalb kann der Einsatz eines webbasierten Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik dazu beitragen, Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern in der Sekundarstufe I zu optimieren. Um weitere, allgemeine Aussagen darüber treffen zu können, bedarf es aber weiterer Untersuchungen, die sich mit dem Einsatz von mehreren Lernmodulen in allen Schularten und Jahrgangsstufen beschäftigen, um empirisch zu überprüfen, ob dieser Lernprozess auch im allgemeinen einem optimierten Lernprozess entspricht. An dieser Stelle konnten lediglich die qualitativen Aussagen der Schüler und Lehrkräfte aus beiden Testzyklen aufgegriffen und interpretiert werden.

Forschungsfrage 2:

Inwiefern kann ein Lernsetting in der Fernerkundungsdidaktik so aufbereitet werden, damit Lernprozesse optimiert werden können?

Das Lernsetting in der Fernerkundungsdidaktik konnte mit Hilfe technischer Unterstützung, wie Computer, Internetanschluss, Lernspielen und dem Einsatz eines Lernmoduls aufbereitet werden, die allesamt Lernprozesse optimieren. Im klassischen Schulalltag wäre der Einsatz eines solchen webbasierten Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik fast undenkbar, da die technische Ausstattung der Schulen oft miserabel ausfällt, was die PISA-Studie (vgl. PISA-Studie) gezeigt hat. Auch wird die GIS-Station als außerschulischer Lernort wahrgenommen und geschätzt, was die positiven Rückmeldungen der Lehrkräfte und Schüler belegen. Allerdings scheinen selbst die sehr gut ausgestatteten Kursräume der GIS-Station bei einigen Schülern

auf Missverständnis zu stoßen, da die Computer aus ihrer Sicht bereits „veraltet“ sind und die Kursräume so eher „altmodisch“ wirken und das, obwohl die GIS-Station erst seit sechs Jahren besteht. Nach dem ersten Testlauf (Prototyp A) wurde das selbstständige Arbeiten gefordert, was im zweiten Testlauf (Prototyp B) durch den Einsatz des Lernmoduls auf der webbasierten Lernplattform (Space4Geography) ermöglicht wurde. Die klassische Einführung durch eine Lehrkraft wurde durch E-Learning-Bestandteile ersetzt, was bei einigen Schülern Hilfescreie verursachte, da ihnen die Erklärungen der Lehrkraft fehlten. Die teilnehmende Beobachtung führte dabei zu Erkenntnissen, dass die Schülerinnen und Schüler ohne konkrete Anweisungen der Lehrkraft anscheinend eher „wild“ auf dem Computer und im Lernmodul herumklicken, als sich aktiv damit zu beschäftigen. Auch die Lehrerevaluationen forderten teilweise mehr Integration der Teilnehmer und eine Überarbeitung der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF, die in einem weiteren Optimierungsschritt durch das Team von Space4Geography weiterentwickelt wird. Das ständige „Switchen“ zwischen der Lernplattform Space4Geography (Lernmodul) und der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) zeigte sich als grenzwertig. Zwar konnten Tippfehler durch die Implementierung von Links in das Lernmodul dadurch vermieden werden, jedoch „übersahen“ die Schülerinnen und Schüler teilweise die Aufgabenstellungen im Lernmodul und klickten stattdessen eher unkonventionell auf dem Satellitenbild herum. Mit Hilfe der Quizfragen nach jedem Lernabschnitt wurde versucht, das Durchklicken des Lernmoduls zu verhindern, was sich als nur bedingt erreicht bescheinigen lässt, da viele Schüler die Chance nutzten, stetig auf weiter zu klicken und folglich im Quiz einfach rieten. Betrachtet man die Ergebnisse aus beiden Testzyklen, wird deutlich, dass eine Leitung (durch Dozent oder Lehrkraft) für solch ein Lernsetting in der Fernerkundung, trotz eines wissenschaftlich fundiert entwickelten Lernmoduls, nötig erscheint, um die Schüler aktiv und begleitend in ihrem Lernprozess zu optimieren. Dies zeigt auch die Hattie-Studie, die zusammenfassend besagt, dass die Lehrkräfte der wichtigste Einflussfaktor für die Schülerinnen und Schüler sind (ZIERER, 2014). Folglich sollte ein Lernsetting auch in der Fernerkundungsdidaktik so aufbereitet werden, dass die Lehrkraft auch in webbasierten Lernumgebungen aktiv agiert und nicht passiv

lediglich als Lernberater und Lernbegleiter fungiert. So können Lernprozesse im Zusammenspiel mit einer lehrerzentrierten Lenkung (Einführung) und webbasierten Lernumgebungen zu optimierten Lernprozessen führen. Diese Aussage müsste jedoch mit Hilfe weiterer Studien in verschiedenen Lernsettings überprüft werden. So können z.B. Lernsettings mit und ohne aktiver Beteiligung von Lehrkräften untersucht werden und so die wesentlichen Unterschiede in Lernprozessen überprüft werden. Es wäre auch denkbar, mit Hilfe von Leistungstests zu überprüfen, ob tatsächlich durch den Einsatz eines digitalen Lernmoduls in der Fernerkundung, Optimierungen im Hinblick auf den Lernprozess verzeichnet wurden. Aus der teilnehmenden Beobachtung konnte geschlossen werden, dass sich die 30-minütige Evaluation als ein grenzwertendes Erhebungsinstrument erwies, da dies zu erheblichen Motivationsverlusten bei den Schülerinnen und Schülern führen kann. Hier sollten weniger Fragen am Ende des Testlaufs zum Einsatz kommen, um die Tendenz zur Mitte durch anscheinendes lustloses Klicken zu vermeiden.

In dieser Masterarbeit wurde der Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik ermöglicht. Mit Hilfe von fachdidaktischer Theorie und empirischer Forschungsarbeiten, konnte ein wissenschaftlich fundiertes Lernmodul entwickelt werden, das den Satellitenbildeinsatz in der Schule förderte. In insgesamt zwei Testzyklen konnte ein Lernmodul konzipiert werden, das durch Aussagen von Experten in Interviews unterlegt wurde. Das Lernmodul wurde anschließend in einem Test von Schülern und Lehrkräften evaluiert und durch die teilnehmende Beobachtung konnten Schülerverhalten und Unterrichtsmedien kritisch hinterfragt werden. Die qualitativen Erkenntnisse aus der Evaluation und der teilnehmenden Beobachtung aufgreifend, konnte im Sinne des DBR-Ansatzes ein weiterer Prototyp des Lernmoduls gestaltet werden, der in einem zweiten Test von Schülern und Lehrkräften evaluiert wurde. Dabei handelte es sich um eine rein webbasierte Lernumgebung, die für mehr Motivation während des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler sorgte. Die technische Umsetzung wies hierbei jedoch noch einige Mängel auf, die in einem weiteren Testzyklus eingebettet werden könnten. Dies betrifft insbesondere die Überarbeitung und Optimierung der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF mit der Implementierung auf die Lernplattform Space4Geography, um das Switchen zwischen beiden Platt-

formen zu unterbinden. So kann eine effektive Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten auf einer Lernplattform ermöglicht werden. Auch der Prototyp des Lernmoduls „Leben am Vulkan“ könnte weiter optimiert werden, was aktuell durch das Team von Space4Geography geschieht und auf der Lernplattform (<http://elearn.ebenefuenf.de/modul/leben-am-vulkan> [20.05.16]) in Form eines Prototypen C einzusehen ist. Hier könnten auch adaptive Lernpfade eingebunden werden, um schnelleren und langsamen Schülern gerecht zu werden. Die Ergebnisse der Online-Evaluation und der teilnehmenden Beobachtung haben gezeigt, dass manchen Schülern eher langweilig wurde, während andere einige Probleme bei der Bearbeitung der Aufgaben hatten. Durch adaptive Lernwege wird das Leistungsniveau des Lernmoduls dem der Lernenden angepasst. In naher Zukunft soll dies auch auf der Lernplattform Space4Geography integriert werden. In weiteren Forschungsarbeiten könnte quantitativ untersucht werden, ob der Einsatz eines Lernmoduls in der Fernerkundungsdidaktik tatsächlich Lernprozesse optimieren kann. Es könnten verschiedene Lernmodule in verschiedenen Lernsettings eingesetzt werden und deren Wirkung mit Hilfe von Fragebögen, Interviews, Leistungstests, Videographie oder teilnehmender Beobachtung, erfasst werden. Im Rahmen dieser Masterarbeit waren in Anbetracht der kurzen Zeit lediglich zwei Optimierungszyklen möglich. Weitere Optimierungszyklen können im Rahmen von Promotions- und anderen Forschungsarbeiten erfolgen.

Der Einsatz von Design Based Research in der Fernerkundungsdidaktik stellt ein eher seltenes Forschungsdesign in der Geographiedidaktik dar. Zu finden ist eine Dissertation, die aktuell in das Projekt Space4Geography eingebunden ist und sich mit adaptiven, webbasierten Lernumgebungen im Geographieunterricht mit Hilfe von DBR beschäftigt (FUCHSGRUBER, 2014). Laut FEULNER et. al (2015) findet DBR in der geographiedidaktischen Forschung bisher kaum Anwendung. Daher war es ein besonderes Anliegen dieser Masterarbeit, Design-Prinzipien in eine wissenschaftliche Arbeit zu integrieren, um damit wissenschaftliche Theorie und schulische Praxis zu vereinen. Das Besondere am Einsatz von Design Based Research ist ein Produkt, das durch wissenschaftliche Erkenntnisse entsteht und in der Praxis eingesetzt werden kann. Dieses Produkt stellt das Lernmodul „Leben am Vulkan“ dar,

das in der Lernplattform „Space4Geography“ eingebunden ist und so den Schulen zur Verfügung gestellt werden kann. Ohne den Einsatz von Design Based Research wäre die Umsetzung und Konzeption des Lernmoduls im Hinblick auf die vielfältigen Methoden nicht denkbar gewesen. Der Forschungsansatz Design Based Research hat hier Möglichkeiten geschaffen, die anderen Forschungsansätzen weit überlegen sind, nämlich in der gleichzeitigen wissenschaftlichen Forschung und der Konzeption eines didaktisch, brauchbaren Produkts für die schulische Praxis. Die wissenschaftlichen Methoden dienten hier als Begleitung zur Ableitung von Konzeptions- und Optimierungsstrategien im Hinblick auf das Lernmodul „Leben am Vulkan“. An der PH Heidelberg haben sich Forscher in einer EDR-Group (Educational Design Research) zusammengefunden, die mit der Methode Design Based Research arbeiten oder daran interessiert sind (vgl. <http://educationaldesignresearch.de/> [20.05.16]) Im Hinblick auf aktuelle Debatten des selbstorganisierten Lernens könnte in weiteren Forschungsarbeiten überprüft werden, inwiefern sich der Einsatz webbasierter Lernmodule eher eignet, als traditionelle Lernwege. Hier könnten Vergleichsstudien zwischen unterschiedlichen Schularten und Lernwegen denkbar sein. Auch die Frage des Lernsettings könnten in weiteren Forschungsarbeiten überprüft werden. Ist eine ausschließlich webbasierte Lernumgebung vorteilhafter im Hinblick auf den Lernprozess von Schülerinnen und Schülern, oder ist eine Lehrkraft als aktives Bindeglied zwischen theoretischen Anteilen und Anleitungen während des Lernmoduls notwendig? Laut HATTIE, kommt es ja auf den Lehrer an.

Anhang

Für den Anhang der Masterarbeit wurde die digitale Form gewählt, um den Druckaufwand und die Ressourcen zu schonen.

Die folgenden Inhalte finden sich auf der CD-ROM:

1. Masterarbeit im PDF-Format
2. Interviewleitfäden
3. Transkripte
4. Codierstammbaum
5. Schülerevaluation
6. Ergebnisse der Online-Evaluation
7. Lehrerevaluation
8. Beobachtungsprotokoll der teilnehmenden Beobachtung
9. Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung
10. Lernmodul Prototyp A (Präsentation und Arbeitsblatt)
11. Lernmodul Prototyp B (PDF-Format)

Literaturverzeichnis

Bücher:

- ALBERTZ, J. (2009). Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt: WBG.
- BÄHR, H.-P., & VÖGTLE, T. (2005). Digitale Bildverarbeitung. Anwendungen in Photogrammetrie, Fernerkundung und GIS, 4., völlig neu bearbeitete Auflage. Heidelberg: Wichmann.
- BARNIKEL, F., & VETTER, M. (02 2011). Digitale Medien im Geographieunterricht - Nie war Unterrichten schöner! *Diercke 360° - Das Weltatlas Magazin 02/2011*, S. 4-5.
- BAUMGARTNER, P., & PAYR, S. (1999). *Lernen mit Software*. Innsbruck: Studien-Verlag.
- BEREITER, C. (2002). Design research for sustained innovation. *Cognitive Studies, Bulletin of the Japanese Cognitive Psychologist*, 9 (3), S. 321-327.
- BERGER, R., GRANZER, D., LOOSS, W., & WAACK, S. (2013). *Warum fragt ihr nicht einfach uns? Mit Schüler-Feedback lernwirksam unterrichten*. Weinheim und Basel: Beltz.
- BERNTZEN, D., GEHL, M., & HEMPEL, M. (2006). Zukunftswerkstatt Lehrerbildung: Neues Lehren und Lernen durch E-Learning. Der didaktische Mehrwert von E-Learning-Konzepten in der Lehrerbildung. Tagungsdokumentation. Münster.
- BÖHN, D., & OBERMAIER, G. (2013). *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z*. Braunschweig: Westermann.
- BROWN, A. (1992). Transforming schools into communities of thinking and learning about serious matters. *American Psychologist* 4, S. 399-413.
- BRUCKER, A. (2012). Klassische Medien kreativ nutzen. In H. Haubrich, *Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret* (S. 173-206). München: Oldenbourg.

- BYFIELD, V., DEL FRATE, F., HIGGINS, M., & KAPUR, R. (May 2014). *A Roadmap for Earth Observation - Education in Europe*. Earthnet - ESA Learn Earth Observation Project LearnEO!
- CASSIDY, S., & EACHUS, P. (2002). Developing the Computer User Self-Efficacy (CUSE) Scale. Investigating the Relationship between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 26(2),, S. 133-153.
- DECI, E., & RYAN, R. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. In E. Deci, & R. Ryan, *Handbook of self-determination research* (S. 3-33). Rochester: University of Rochester Press.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE (2014). Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen. Bonn: Selbstverlag Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG).
- DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V. (o.J.). *Erdbeobachtung und Fernerkundung*. Köln: DLR.
- DICKHÄUSER, O., SCHÖNE, C., SPINATH, B., & STIENSMEIER-PELSTER, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept. Konstruktion und Überprüfung eines neuen Instrumentes. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, Heft 23, S. 393-405.
- DITTER, R. (2013). Die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung. Eine empirische Untersuchung zu Lernmotivation und Selbstkonzept bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe. Neunkirchen: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- DITTER, R., & GEHRIG, T. (Oktober 2013). Konflikte um das Staudammprojekt "GAP" in Südostanatolien - Ein Unterrichtsvorschlag. *Geographie und Schule Heft Nr. 205*, S. 27-38.
- DITTER, R., & SIEGMUND, A. (2013). Digitale Medien. In D. Böhn, & G. Obermaier, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z* (S. 54-56). Braunschweig: Westermann.

- DITTER, R., MICHEL, U., & SIEGMUND, A. (2012). Neue Medien - Möglichkeiten und Grenzen. In J.-B. Haversath, *Geographiedidaktik. Theorie - Themen - Forschung* (S. 214-235). Braunschweig: Westermann.
- DRESING, T., & PEHL, T. (2013). Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsystem für qualitativ Forschende. 5. Auflage. Marburg: Eigenverlag.
- DRINCK, B. (2013). Forschen in der Schule. Ein Lehrbuch für (angehende) Lehrerinnen und Lehrer. Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich (UTB).
- ERPENBECK, J., SAUTER, S., & SAUTER, W. (2015). E-Learning und Blended Learning. Selbstgesteuerte Lernprozesse zum Wissensaufbau und zur Qualifizierung. Wiesbaden: Springer Gabler.
- FEULNER, B., OHL, U., & HÖRMANN, I. (2015). Design-Based-Research - ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potenziale für die Geographiedidaktik. *Zeitschrift für Geographiedidaktik, Heft 3*, S. 205-231.
- FRANCK, N., & STARY, J. (2003). *Die Technik wissenschaftlichen Schreibens, 11. Auflage*. Paderborn: Schöningh UTB.
- FRÖDERT, D. (2011). Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) - Evaluation einer webbasierten Fernerkundungssoftware für den schulischen Einsatz. Heidelberg: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- FUCHSGRUBER, V. (2014). Adaptive, webbasierte Lernumgebungen im Geographieunterricht. Eine Studie zur Ableitung methodisch-didaktischer Design-Prinzipien im Kontext der Fernerkundungsdidaktik (Exposé des Dissertationsvorhabens). Heidelberg: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- GEHRIG, T. (2013). Die aktiven und ruhenden Vulkane Süditaliens. Ein handlungs- und produktorientiertes Konzept für die Haupt- und Werkrealschule. München: GRIN.
- GEHRIG, T. (2014). Forscherheft zu den Feuerspuckern Stromboli und Ätna. North Carolina: lulu.com.

- GEHRIG, T. (2015). Wissenschaftlich basierte Entwicklung eines Lernmoduls zum Fernerkundungseinsatz an der Schule (Forschungsbericht). Heidelberg: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- GIS-STATION (2016). Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien. Heidelberg.
- GLASER, R., HAUTER, C., FAUST, D., GLAWION, R., SAURER, H., SCHULTE, A., & SUDHAUS, D. (2010). *Physische Geographie kompakt*. Heidelberg: Spektrum - Akademischer Verlag.
- GLÄSER-ZIKUDA, M., SEIDEL, T., ROHLFS, C., GRÖSCHNER, A., & ZIEGELBAUER, S. (2012). *Mixed Methods in der empirischen Bildungsforschung*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- HASSE, J. (2013). Medien. In D. BÖHNE, & G. OBERMAIER, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z* (S. 186-187). Braunschweig: Westermann.
- HATTIE, J. (2015). Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible Learning" besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- HAUBRICH, H. (2006). Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret. München: Oldenbourg.
- HAVERSATH, J.-B. (2012). *Geographiedidaktik. Theorie - Themen - Forschung*. Braunschweig: Westermann.
- HILDEBRANDT, G. (1996). Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. Heidelberg: Wichmann.
- JOST, P., & KÜNZ, A. (2015). Beiträge zum Usability Day XIII. Digitale Medien in Arbeits- und Lernumgebungen. Lengerich: Pabst.
- JUDE, N., HARTIG, J., & KLIEME, E. (2008). *Kompetenzerfassung in pädagogischen Handlungsfeldern. Theorien, Konzepte und Methoden*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- KAISER, R. (2014). Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. Wiesbaden: Springer VS.

- KERRES, M. (2001). Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. München.
- KERRES, M. (2012). Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. 3., vollständig überarbeitete Neuauflage. München.
- KLAUS, S., & KLEIN, M. (2001). *Das Politiklexikon. 5., aktualisierte Auflage.* Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung (bpb).
- KLIEME, E. et al.(2010). *PISA 2009 - Bilanz nach einem Jahrzehnt.* Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- KOLLAR, I. (2012). Die Satellitenbild-Lesekompetenz. Empirische Überprüfung eines theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells für das "Lesen" von Satellitenbildern. Sinsheim: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- KOLLAR, I. (2013). Satellitenbild-Lesekompetenz. In D. BÖHN, & G. OBERMAIER, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffen von A bis Z* (S. 241-243). Braunschweig: Westermann.
- KORNMEIER, M. (2011). Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht für Bachelor, Master und Dissertation, 4. Auflage. Göttingen: Haupt UTB.
- KREUZBERGER, N. (2011). Neue Aufgabenformen im Erdkundeunterricht. Material auswerten - Aufgaben vernetzen - Probleme lösen - kreativ denken. 7.-9. Klasse. Augsburg: Brigg Pädagogik Verlag.
- KRÜGER, D., PARCHMANN, I., & SCHECKER, H. (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung.* Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- LAMNEK, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung.* Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- LESER, H., EGNER, H., MEIER, S., MOSIMANN, T., NEUMAIR, S., PAESLER, R., & SCHLESINGER, D. (2011). *Wörterbuch Geographie. Raum - Wirtschaft und Gesellschaft - Umwelt.* Braunschweig: Westermann.
- LIKERT, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology.*

- LILLESAND, T., KIEFER, R., & CHIPMAN, J. (2008). *Remote Sensing, Sixth Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- MICHEL, U., & VOß, K. (2013). Fernerkundung. In D. BÖHN, & G. OBERMAIER, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z* (S. 82-84). Braunschweig: Westermann.
- MICHEL, U., SIEGMUND, A., & VOLZ, D. (11 2011). Digitale Revolution im Klassenzimmer?! *Praxis Geographie*, S. 4-9.
- MICHEL, U., SIEGMUND, A., EHLERS, M., JAHN, M., & BITTNER, A. (2014). *Digitale Medien in der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Potenziale und Grenzen*. München: oekom.
- MEDIENPÄDAGOGISCHER FORSCHUNGSVERBUND SÜDWEST (2015). *JIM-Studie 2015. Jugend, Information, (Multi-) Media. Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. Stuttgart: c/o Landesanstalt für Kommunikation Baden-Württemberg (LFK).
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (2004). *Bildungsplan Gymnasium*. Stuttgart: Kultusministerium.
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (2004). *Bildungsplan Realschule*. Stuttgart: Kultusministerium.
- MÜLLER, F., HANFSTINGL, B., & ANDREITZ, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Conell. Klagensfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- NIEBERT, K., & GROPEGIEßER, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121-132). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- PINGOLD, M. (2013). Luft- und Satellitenbilder. In D. Böhn, & G. Obermaier, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z* (S. 183-185). Braunschweig: Westermann.

- RATZKE, D. (1982). Handbuch der Neuen Medien. Information und Kommunikation, Fernsehen und Hörfunk, Presse und Audiovision heute und morgen. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- REINMANN, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based-Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung*, 33. Jahrgang, Heft 1, S. 52-69.
- RHEINBERG, F., VOLLMEYER, R., & BURNS, B. (2001). *FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen*. Potsdam; Michigan: Universität Potsdam; Michigan State University, USA.
- RINSCHEDI, G. (2003). *Geographiedidaktik*. Paderborn: Schöningh UTB.
- ROLFES, M., & UHLENWINKEL, A. (2013). Metzler Handbuch 2.0. Geographieunterricht. Ein Leitfaden für Praxis und Ausbildung. Braunschweig: Westermann.
- ROST, D., & SPARFELDT, J. (2002). Facetten des schulischen Selbstkonzepts. Ein Verfahren zur Messung des differentiellen Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten (DISK-Gitter). *Diagnostica*, Heft 3, S. 130-140.
- ROST, J. (1996). Lehrbuch Testtheorie, Testkonstruktion. Bern: Huber.
- SCHNEIDER, T. (2013). Medienerziehung. In D. Böhn, & G. Obermaier, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Bergiffe von A-Z* (S. 187-188). Braunschweig: Westermann.
- SCHWEIZER, K., & HORN, M. (2010). Der Umgang mit Alltagsvorstellungen zu geographischen Begriffen – welchen Einfluss haben personale Faktoren von Lehramtsstudierenden der Geographie auf den Prozess der Konzeptveränderungen? In S. REINFRIED, *Schülervorstellungen und geographisches Lernen – Aktuelle Conceptual-Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion* (S. 189-211). Berlin.

- SIEGMUND, A. (2011). Satellitenbilder im Unterricht - eine Ländervergleichsstudie zur Ableitung fernerkundungsdidaktischer Grundsätze (Dissertation). Germersheim: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- SIEGMUND, A., & MICHEL, U. (2013). Digitale Geomedien. In D. BÖHN, & G. OBERMAIER, *Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriffe von A-Z* (S. 53-54). Braunschweig: Westermann.
- SIEGMUND, A., DITTER, R., & NAUMANN, S. (2016). Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) - Softwareentwicklung zur Auswertung digitaler Satelliten- und Luftbilder als Beitrag einer nachhaltigen Umweltbildung. Von www.rgeo.de: <http://www.rgeo.de/de/p/pblif/> abgerufen
- SIEGMUND, A., NAUMANN, S., WOLF, N., FUCHSGRUBER, V., & SCHÜTT, F. (2014). *Projekt Space4Geography (Projektpräsentation)*. Heidelberg: Pädagogische Hochschule Heidelberg.
- SPANNAGEL, C., & BESCHERER, C. (2009). Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics - Section A: Concepts and Techniques* 5(1), S. 23-43.
- STOCKMANN, R. (2002). *Was ist eine gute Evaluation? Einführung zu Funktionen und Methoden von Evaluationsverfahren*. Saarbrücken, Saarland, Deutschland: Centrum für Evaluation (CEval), Universität des Saarlandes.
- TAUBENBÖCK, H., & DECH, S. (2010). Fernerkundung im urbanen Raum. Erdbeobachtung auf dem Weg zur Planungspraxis. Darmstadt: WBG.
- TAUBENBOCK, H., WURM, M., ESCH, T., & DECH, S. (2015). *Globale Urbanisierung. Perspektive aus dem All*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- VOSS, K. (2011). Fernerkundung - ein Thema für den modernen Geographieunterricht. *Praxis Geographie*, S. 14-16.
- WILHELM, T., & HOPF, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der*

naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (S. 31-42). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.

WILTSCHKE, H. (2013). *Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht (UTB).

WOLF, N., FUCHSGRUBER, V., RIEMBAUER, G., & SIEGMUND, A. (2016). *Die Erde verstehen lernen – Einsatz moderner Satellitenbildtechnologie zur Erdbeobachtung für Jugendliche (Space4Geography)*. Von www.rgeo.de: <http://www.rgeo.de/de/p/space/> abgerufen

WOLF, N., FUCHSGRUBER, V., VIEHRIG, K., NAUMANN, S., & SIEGMUND, A. (2015). Erdbeobachtung für Jugendliche - Entwicklung einer adaptiven, webbasierten Lernplattform für den Einsatz von Satellitenbildern im Geographieunterricht. In T. P. KERSTEN, *Bridging Scales - Skalenübergreifende Nah- und Fernerkundungsmethoden. DGPF Tagungsband 24/2015* (S. 72-77). Köln: DGPF.

WÜTHRICH, C. (2013). *Methodik des Geographieunterrichts*. Braunschweig: Westermann.

ZIERER, K. (2014). Hattie für gestresste Lehrer. Kernbotschaften und Handlungsempfehlungen aus John Hatties "Visible Learning" und "Visible Learning for Teachers". Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Internetlinks:

- <http://www01.ph-heidelberg.de/wp/kollar/> [10.04.16]
- <http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/dem-unsichtbaren-auf-der-spur> [01.05.16]
- <http://www.wissen.de/neue-medien> [01.04.16]
- www.blif.de [09.04.16]
- http://www.chip.de/news/NASA-gibt-3-Millionen-Luftbilder-frei-Aster-Satelliten-Bilder-ab-sofort-kostenlos_92049127.html [10.04.16]
- http://www.deutschlandfunk.de/handys-im-unterricht-fluch-und-segen-im-klassenraum.680.de.html?dram%3Aarticle_id=350576 [10.04.16]

- <http://www.esa.int/Education> [10.04.16]
- <http://www.gis-station.info/> [10.04.16]
- <http://www.bildungspläne-bw.de/,Lde/Startseite> [10.04.16]
- <http://www.ebenefuenf.de/> [18.05.16]
- <http://www.fe-lexikon.info/lexikon-l.htm> [18.05.16]
- <http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/dem-unsichtbaren-auf-der-spur> [19.05.16]
- <http://www.planet-wissen.de/natur/naturgewalten/vulkane/pwielebenmitvulkanen100.html> [19.05.16]
- <http://educationaldesignresearch.de/> [20.05.16]

Software (webbasierte Lernmodule):

- BLIF (Blickpunktfernerkundung unter <https://server2.blif.de/> [20.05.16])
- FIS (Fernerkundung in Schulen unter <http://www.fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/dem-unsichtbaren-auf-der-spur> [20.05.16])
- Space4Geography (unter <http://elearn.ebenefuenf.de/> [20.05.16])
- Lernmodul Leben am Vulkan (unter <http://elearn.ebenefuenf.de/modul/leben-am-vulkan> [20.05.16])

Anlage zur Masterarbeit im Studiengang Bildungswissenschaften (StPO vom 09.02.2011)

Erklärung nach § 21 Abs. 2 und 3 StPO

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Textstellen als solche kenntlich gemacht habe. Diese Erklärung gilt auch für alle beigefügten Zeichnungen, Skizzen oder graphischen Darstellungen.

- ☐ Ich bin damit einverstanden, dass meine Arbeit in den Bestand der Bibliothek der PH Heidelberg aufgenommen und ohne Nutzungseinschränkungen in gedruckter Form zugänglich gemacht wird.

(Zur Erläuterung: Die Arbeit wird in den Verzeichnissen der Bibliothek – Online-Katalog über [www](#) – nachgewiesen und kann ausgeliehen werden. Im Rahmen des Urheberrechts darf sie zitiert und für den wissenschaftlichen bzw. privaten Gebrauch vervielfältigt werden. Sie kann überdies von Nutzern über die Fernleihe nach auswärts bestellt werden. Die Arbeit wird nicht in digitalisierter Form veröffentlicht.)

- ☐ Ich bin **nicht** damit einverstanden, dass meine Arbeit in den Bestand der Bibliothek der PH Heidelberg aufgenommen wird.

Datum

Unterschrift